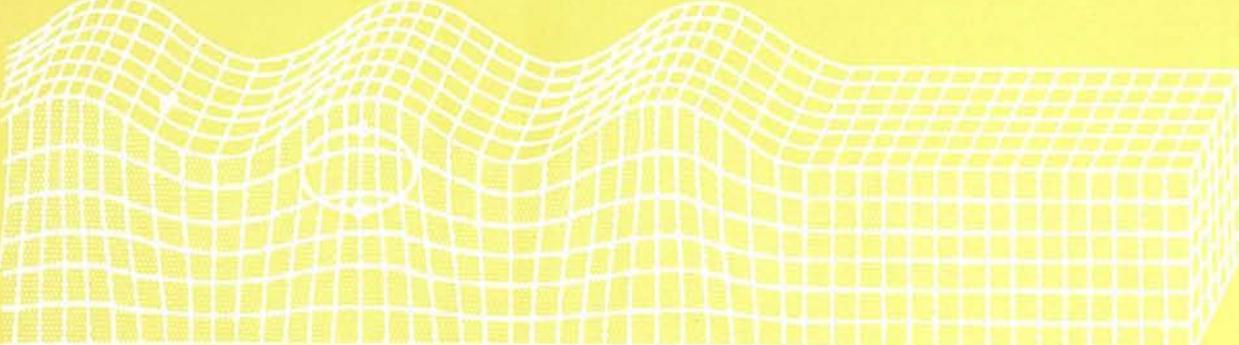
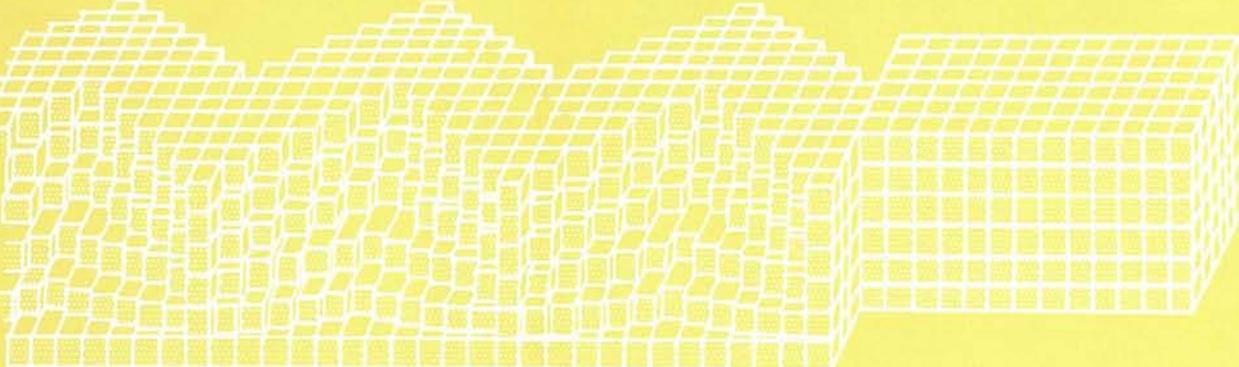


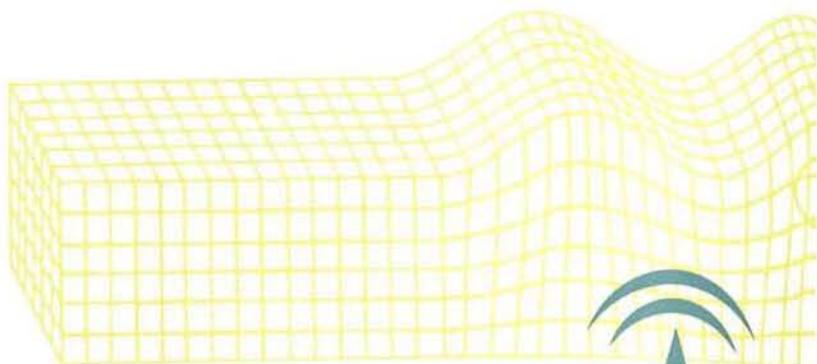
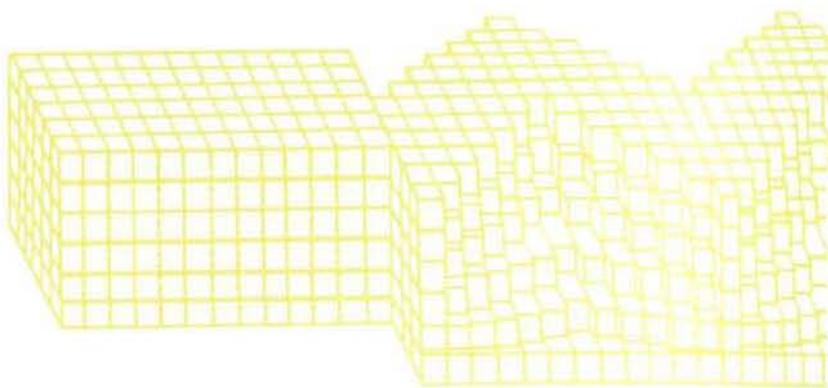
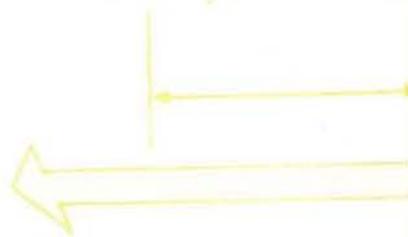
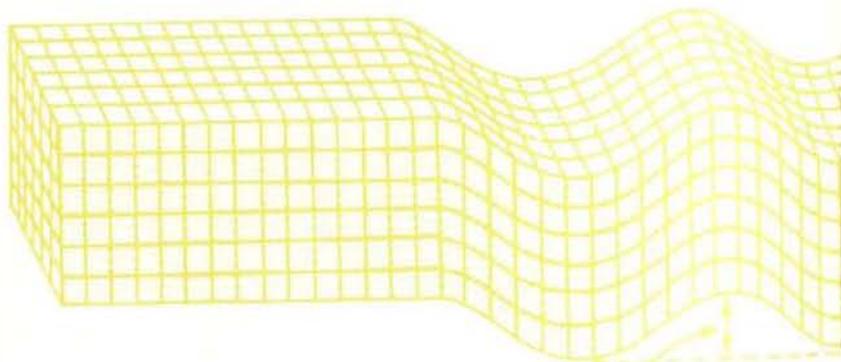
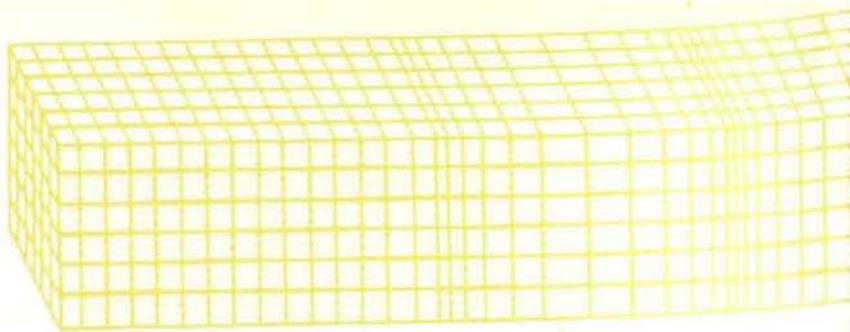
# RIESGOS CATASTRÓFICOS

y ORDENACIÓN del TERRITORIO  
en ANDALUCÍA





# RIESGOS CATASTRÓFICOS y ORDENACIÓN del TERRITORIO en ANDALUCÍA



JUNTA DE ANDALUCÍA

ISBN 84-8095-174-5



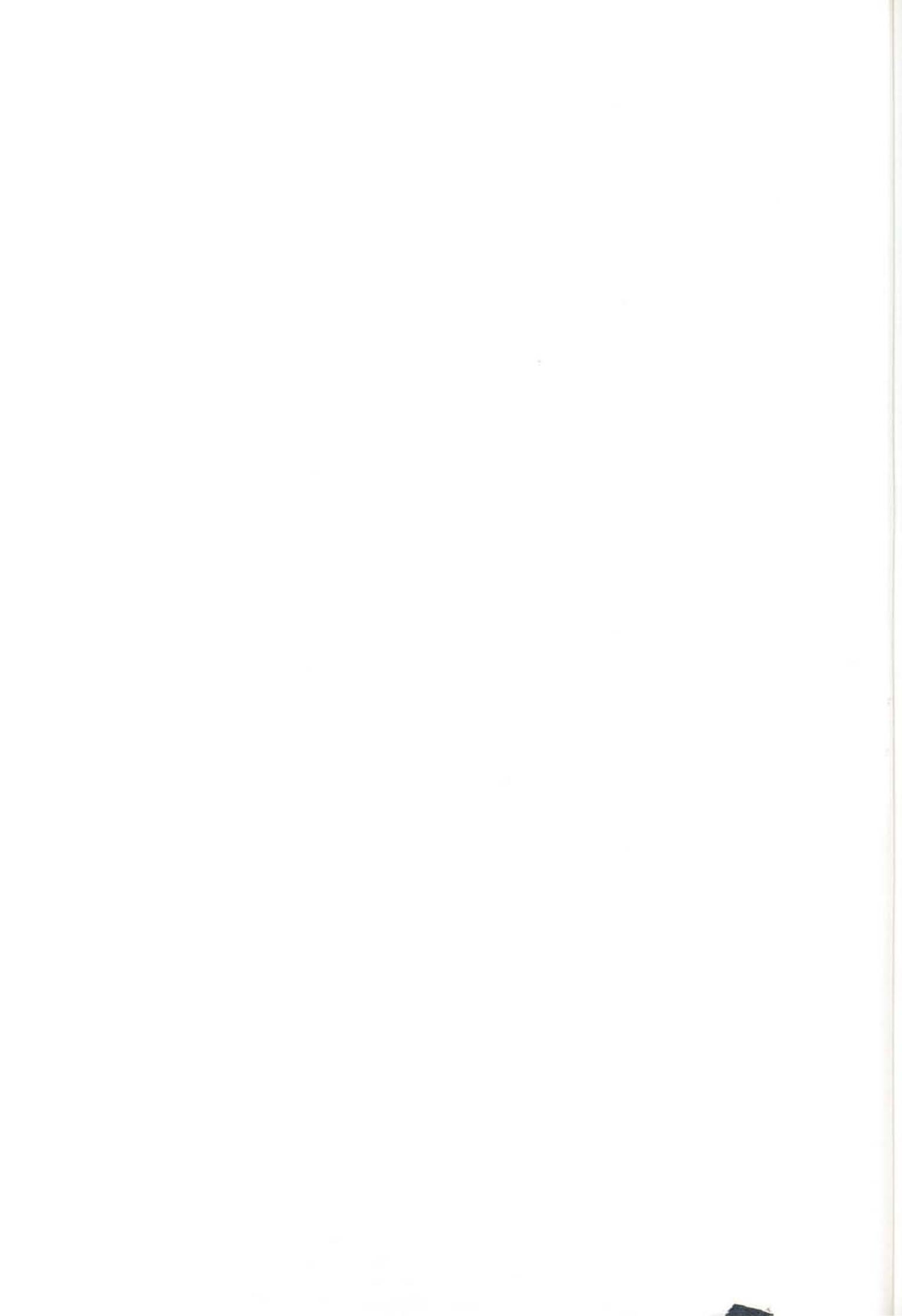
9 788480 951746





# **RIESGOS CATASTRÓFICOS Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO EN ANDALUCÍA**

**Consejería de Obras Públicas y Transportes**  
Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo



**RIESGOS CATASTRÓFICOS Y ORDENACIÓN  
DEL TERRITORIO EN ANDALUCÍA**

Sevilla, 1999

RIESGOS catastróficos y Ordenación del territorio en Andalucía /  
Consejería de Obras Públicas y Transportes, Dirección General de  
Ordenación del Territorio y Urbanismo.- Sevilla : Consejería de  
Obras Públicas y Transportes, 1999

228 p. : il. col., mapas, planos ; 30 cm

ISBN 84-8095-174-5

I. Andalucía. Junta. II. Andalucía. Consejería de Obras Públicas y  
Transportes. III. Andalucía. Dirección General de Ordenación del  
Territorio y Urbanismo. 1. Ordenación del territorio - Andalucía. 2.  
Medio Ambiente - Impacto ambiental - Andalucía.

La **dirección facultativa** de este trabajo ha sido responsabilidad de Joaquín  
Pérez Daimiel y Guadalupe de la Hera Díaz de Liaño, técnicos de la Dirección  
General de Ordenación del Territorio y Urbanismo

**Equipo redactor**

M<sup>a</sup> Fernanda Pita López (coordinadora)

Inmaculada Caravaca Barroso

José María Fera Toribio

Amalia Tarín Alcalá-Zamora

Ismael Vallejo Villalta

**Equipo de apoyo para el análisis y tratamiento de la  
información**

Joaquín Márquez Pérez

Pilar Sánchez Lechuga

© Junta de Andalucía

Consejería de Obras Públicas y Transportes

Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo

**Coordina la edición**

Secretaría General de Planificación. Departamento de Publicaciones

**Diseño y maquetación**

Diagrama diseño

**Impresión y encuadernación**

Gráficas Monterreina

Nº de registro: JAOP/OT-14-99

ISBN: 84-8095-174-5

Depósito Legal: M-35374-99

## Presentación

Andalucía padece aún las consecuencias derivadas de fenómenos y procesos de riesgos naturales y de origen tecnológico. Cabe decir que el proceso de construcción del territorio provee a éste de mecanismos organizativos y formas de utilización del espacio que tienden a reducir su vulnerabilidad a los fenómenos de naturaleza catastrófica. Pero hay que destacar, igualmente, que las crecientes necesidades de las sociedades avanzadas o en franco proceso de desarrollo y crecimiento, generan, a su vez, nuevos procesos y situaciones de riesgo.

El reconocimiento de la trascendencia de estas situaciones y procesos en la región, ha llevado a la Administración Autónoma andaluza a incluir la consideración de los mismos en la planificación física. En concreto, la Ley 1/1994 de Ordenación del Territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía incluye, en su artículo 7.1.f, como contenido del propio Plan de Ordenación del Territorio de la región, "...la indicación de zonas con riesgos catastróficos y la definición de los criterios territoriales de actuación a contemplar para la prevención de los mismos".

En Andalucía, por las condiciones de su medio físico y por las características de la ocupación y utilización del espacio, concurre un conjunto de circunstancias que dan lugar a una alta diversidad de fenómenos susceptibles de riesgo. Como consecuencia, numerosos organismos y administraciones públicas se ven, de alguna manera, afectadas en su responsabilidad o actuación por las situaciones de riesgo o episodios de carácter catastrófico. Ello ha desembocado en la dispersión de las instancias administrativas afectadas y en carencias en materia de coordinación de las actuaciones a llevar a cabo, añadiéndose, en ocasiones, la extrema dificultad inherente a la urgencia requerida para numerosas intervenciones, si bien desde Protección Civil se está dando ya una respuesta coordinada a tales situaciones.

El presente trabajo, realizado entre 1994 y 1996, pretende facilitar un planteamiento general, un punto de partida, de los principales riesgos de naturaleza catastrófica de la región, apoyándose en la información existente, en la escala regional, proveniente de distintos estudios y organismos con competencias sectoriales. El trabajo aporta, asimismo, un análisis sintético del tratamiento otorgado por distintas planificaciones, tanto regionales como nacionales y en el ámbito europeo. Por ello, junto a otras posibles aplicaciones, este estudio va a contribuir a los contenidos que relativos a los riesgos, se incluyan en el Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía, actualmente en redacción.

Josefina Cruz Villalón  
Directora General de Ordenación del  
Territorio y Urbanismo



## ÍNDICE

|  |     |
|--|-----|
| 1. INTRODUCCIÓN. DEFINICIÓN Y CONCEPTUACIÓN DE LOS RIESGOS DE NATURALEZA CATASTRÓFICA                    | 11  |
| 2. LOS RIESGOS NATURALES   | 23  |
| 2.1. Los riesgos geológicos  | 26  |
| 2.2. Los riesgos geometeorológicos   | 41  |
| 2.3. Los riesgos meteorológicos  | 57  |
| 3. LOS RIESGOS TECNOLÓGICOS  | 78  |
| 3.1. Los riesgos de accidentes mayores asociados a las actividades                                       | 84  |
| 3.2. Los riesgos vinculados al depósito o almacenamiento de residuos tóxicos y peligrosos                | 90  |
| 3.3. Los riesgos asociados al transporte de mercancías peligrosas  | 91  |
| 4. EL MARCO NORMATIVO Y DE GESTIÓN PARA LA LUCHA CONTRA LOS RIESGOS CATASTRÓFICOS                        | 101 |
| 4.1. Las disposiciones legales relacionadas con situaciones de riesgo de naturaleza catastrófica         | 103 |
| 4.2. Las medidas de lucha contra los riesgos catastróficos   | 128 |
| 5. EL TRATAMIENTO DE LOS RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO. LA EXPERIENCIA COMPARADA | 153 |
| 5.1. Introducción  | 155 |
| 5.2. Análisis de casos representativos   | 156 |
| 5.3. Conclusiones sobre la experiencia comparada   | 173 |
| 6. CONCLUSIONES GENERALES Y PROPUESTAS DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO                                      | 177 |
| 6.1. Conclusiones  | 179 |
| 6.2. Propuestas de Ordenación del Territorio   | 183 |
| BIBLIOGRAFÍA   | 191 |
| APÉNDICE. Información básica y cartografía sobre riesgos naturales                                       | 205 |



## **I. INTRODUCCIÓN**

DEFINICIÓN Y CONCEPTUACIÓN DE  
LOS RIESGOS DE NATURALEZA  
CATASTRÓFICA



SE ENTIENDE como riesgo todo fenómeno extremo y coyuntural que produce impactos negativos sobre el medio y la sociedad. Cuando el fenómeno es de naturaleza física (o predominantemente física porque el hombre siempre interviene de una u otra forma en el acaecimiento de los riesgos naturales) se considera como un riesgo natural, en tanto que si el fenómeno se deriva del funcionamiento del aparato productivo, especialmente en lo que concierne a la utilización de sustancias peligrosas y sistemas técnicos susceptibles de generar accidentes, se denominan tecnológicos.

Hay una literatura científica mucho más abundante en relación con los riesgos naturales que en lo concerniente a los tecnológicos, probablemente porque aquéllos son tan antiguos como el hombre, en tanto que éstos, aunque también consustanciales a la sociedad, constituyen esencialmente un fenómeno heredado de la revolución industrial, momento en que empiezan a manipularse masivamente procesos y sustancias susceptibles de generar accidentes graves. Por eso este estudio se guiará, en las definiciones y conceptualizaciones, por las aportaciones realizadas en relación con los riesgos naturales, aludiendo a los riesgos tecnológicos sólo en aquellos casos en que éstos presenten un comportamiento específico.

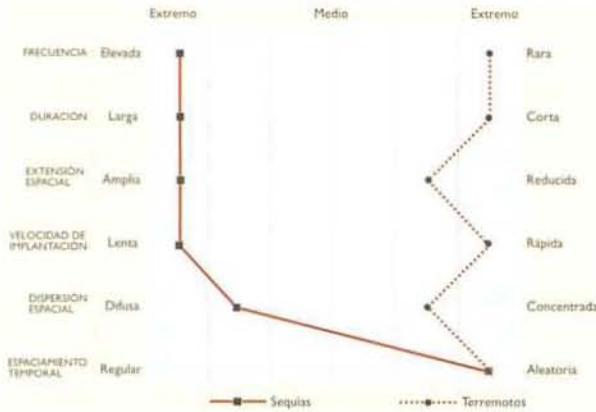
Las definiciones más utilizadas y extendidas sobre el término "riesgo natural" proceden de los dos ámbitos científicos que con más dedicación han abordado este tema: la geografía y la geología. En el ámbito de la geografía, las aportaciones más relevantes en este sentido proceden del Grupo de Investigación de los Riesgos Naturales (*Natural Hazards Research Group*), grupo constituido en los años sesenta en el seno de la Unión Geográfica Internacional (UGI) con el fin de analizar este tipo de fenómenos en espacios y sociedades lo suficientemente diversificadas como para permitir una conceptualización general de los mismos. Dos de los miembros más destacados de este grupo ofrecen la siguiente definición de riesgo natural: "Todo fenómeno extremo del medio físico que resulta perjudicial para el hombre y que está originado por fuerzas externas a él, siendo estas fuerzas incontrolables e imprevisibles, de manera que otorgan al desastre un carácter azaroso que lo convierte en riesgo para la sociedad". (BURTON y KATES, 1972).

Por su parte, la geología, a través del Instituto Tecnológico y Geominero de España, pero recogiendo además la tradición de otros servicios geológicos tales como el *U.S. Geological Survey* nos ofrece, entre otras, esta definición de riesgo o peligro geológico: "Condición geológica, proceso o suceso potencial que supone una amenaza para la salud, seguridad o bienestar de un grupo de ciudadanos o para las funciones o economía de una comunidad o entidad gubernamental mayor". (AYALA CARCEDO, 1987).

Ambas definiciones presentan en común un hecho fundamental, como es la existencia de impactos sobre la sociedad generados por la naturaleza en su dinamicidad. Y es que, en realidad, sin tales impactos no puede hablarse de la existencia del riesgo natural, como de ningún tipo de riesgo. De hecho, el riesgo es concebido como producto de la interrelación entre tres componentes básicos: el evento que lo origina, los impactos que genera sobre la sociedad y las medidas de ajuste que ésta emprende para luchar contra él, las cuales suelen intervenir directamente sobre la reducción de los impactos, pero también en muchas ocasiones intervienen sobre el propio evento físico modificando su naturaleza. El hecho diferencial que se produce entre ambas definiciones es la alusión en la primera de ellas al término "fenómeno extremo", término que es sustituido en la definición geológica por las expresiones "proceso, situación o suceso". Y la diferencia no es irrelevante. La alusión desde la geografía a la expresión "fenómeno extremo" implica en el desastre una dimensión de anomalía, de excepcionalidad, de coyunturalidad, que no se derivan de las expresiones "proceso, situación o suceso".

Efectivamente, la expresión "fenómeno extremo del medio" alude a una situación anómala y excepcional, si bien esta excepcionalidad puede derivarse de dos mecanismos diferentes. Un fenómeno natural puede conceptuarse como extremo en virtud de los altos niveles de energía y masa que ponga en juego (es el caso de los terremotos, los ciclones tropicales, los deslizamientos de laderas, etc.), o también en virtud de su carácter inhabitual y anómalo en el espacio o en el tiempo (es el caso de las sequías, generadas por una precipitación inferior a la habitual en un espacio dado, o las heladas primaverales, muy dañinas por su ubicación en un momento del año en que no son fre-

14

**CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS DESASTRES PENETRANTES (SEQUIAS) E INTENSIVOS (TERREMOTOS)**


Cada evento extremo presenta un comportamiento diferente y específico en relación con los caracteres físicos. No obstante, atendiendo al comportamiento global de los desastres, éstos oscilan o se sitúan siempre entre dos grupos básicos: los desastres intensivos y los desastres penetrantes. Los primeros, que suelen ejemplificarse con los terremotos, pero que también quedan bien representados por los riesgos tecnológicos en su conjunto, se caracterizan por una escasa frecuencia de aparición, una duración corta, una limitada extensión espacial, una rápida velocidad de implantación, una escasa dispersión espacial y un espaciamiento temporal aleatorio. Son, pues, desastres súbitos y raros que afectan a pequeños espacios y durante poco tiempo, pero presentando, como contrapartida, impactos extraordinariamente intensos sobre la sociedad, de donde les viene su nombre.

Los desastres penetrantes, de los cuales la sequía suele ser el arquetipo, presentan rasgos totalmente opuestos a los anteriores. Su frecuencia de aparición es alta, su duración prolongada, su extensión espacial muy amplia, su velocidad de implantación lenta, su dispersión espacial considerable, difusa y difícilmente delimitable, y su espaciamiento temporal aleatorio. En este caso, los impactos esperables del acaecimiento del desastre no son muy intensos, pudiendo además paliarse en alguna medida gracias a la lenta velocidad de implantación que los caracteriza, pero como contrapartida azotarán con una elevada frecuencia a amplios espacios y durante largos lapsos de tiempo.

En consecuencia, los modelos de respuesta en uno y otro caso habrán de ser totalmente diferentes. Los desastres intensivos requieren una respuesta rápida de la sociedad ante un paroxismo súbito que la conmociona hasta sus cimientos; los penetrantes, por su parte, exigen de la sociedad el aprender a convivir con ellos adaptando la vida colectiva a la eventualidad, muy frecuente por cierto, de que se desencadenen.

cuentas, etc.). En ambos casos se generan tipos de riesgos con peculiaridades muy precisas, como tendremos ocasión de detallar más adelante, pero siempre implican unos impactos negativos excepcionales (en unos casos por los altos niveles de energía puestos en juego, los cuales resultan destructivos para las implantaciones humanas, y en otros casos, por la ruptura de los ritmos habituales, a los cuales se encuentra adaptada la sociedad) y suscitan, lógicamente, unas medidas de ajuste también excepcionales.

En las definiciones de riesgo más usuales en geología la excepcionalidad no es un carácter tan marcado. De hecho, de los tres términos a los que se alude en ellas: condición, proceso y suceso, sólo este último es equivalente al fenómeno extremo. Así, por ejemplo, en el riesgo constituido por una inundación, la condición geológica sería la llanura de inundación, el proceso, la perturbación generadora de lluvias excepcionales y el suceso, el anegamiento por las aguas de la llanura de inundación, es decir, la inundación propiamente dicha. Pero se puede hablar de la existencia de riesgos sin necesidad de que tenga lugar el suceso; bastaría con la presencia de la condición o el proceso geológico. De hecho, algunas de las definiciones del riesgo geológico no implican la existencia del suceso. Ello es lo que permite que sean caracterizados como riesgos meros procesos de la naturaleza que resultan desfavorables para la sociedad aunque no presenten ningún episodio excepcional. El caso más representativo de este aserto es la erosión de suelos, contemplada usualmente como un riesgo natural, aunque se trate de un mero proceso de deterioro ambiental (bastante inducido por la actividad humana, por cierto) de carácter continuado y carente en principio de eventos extremos y excepcionales. Por las mismas razones, pueden aparecer considerados como riesgos naturales fenómenos tales como la contaminación de las aguas superficiales o de los acuíferos, o incluso la pérdida de recursos minerales asociada a la urbanización, fenómeno que aparece catalogado como riesgo en uno de los trabajos modélicos sobre este tema: el *Master Plan for California*, elaborado por encargo de la California Division of Mines and Geology en 1973.

En este trabajo no se va a asumir una concepción tan amplia; se partirá de la concepción del riesgo como todo fenómeno extremo susceptible de generar impactos en la

sociedad; se le va a exigir, pues, al fenómeno un carácter de excepcionalidad, de coyunturalidad, ya sea por sus manifestaciones físicas, ya por los impactos que genera, ya por las medidas que suscita, de forma tal que se rompa con él la marcha habitual y cotidiana de la sociedad.

En el caso de los riesgos tecnológicos también está presente esta distinción entre los procesos perjudiciales y los eventos excepcionales, si bien en este caso suelen ser solamente los episodios excepcionales, los "accidentes", los que se conceptúan como riesgos tecnológicos, en tanto que los procesos perniciosos no entran a formar parte de esta casuística. Un ejemplo que puede ilustrar bien este hecho es el de la contaminación atmosférica de origen industrial. Se trata de un proceso enormemente perjudicial para la sociedad y susceptible, además, de generar a largo plazo daños irreparables (véase a este respecto el papel de los gases invernadero en la génesis de un presunto cambio climático), pero la dificultad de evaluar en su justa medida los daños diferidos hace que no se conceptúe como un riesgo tecnológico, sino como un mero proceso de deterioro ambiental asociado a la industrialización. Sólo cuando se alcanza un episodio de excepcional concentración de contaminantes en la atmósfera se procede a hablar de riesgo y, a su vez, éste puede ser natural o tecnológico. Cuando las emisiones han sido las habituales y es la situación meteorológica la responsable de las altas concentraciones, al impedir la dispersión de los contaminantes, se habla de un riesgo natural (de hecho, como tal se va a abordar en este libro); sin embargo, cuando son las emisiones las que han sido excepcionales por un escape, una fuga u otro tipo de accidente, se hablará de riesgo tecnológico.

En cualquier caso, lo que sí queda claro es que en la génesis del riesgo intervienen dos componentes diferentes aunque igualmente imprescindibles: la componente extrema y azarosa del evento físico y la componente humana y socioeconómica del perjuicio generado. La ausencia de cualquiera de ellas imposibilita el acaecimiento del riesgo. De hecho, el umbral separador entre el mero fenómeno extremo y el riesgo lo establecen los impactos y ello, tanto en los fenómenos cuya extremosidad se deriva de los grandes niveles de energía desplegados, como en aquellos otros definidos a partir de su carácter inhabi-

15  
tual. En los primeros, los enormes niveles de energía desplegados otorgan a los fenómenos un carácter intrínsecamente perjudicial, a pesar de lo cual no se convierten en riesgos hasta que esos niveles de energía interfieren con las actividades humanas y generan impactos sobre ellas; cuando acaecen sobre territorios desocupados se limitan a constituir manifestaciones más o menos espectaculares de la naturaleza o de los procesos productivos de la sociedad. Es pues la ocupación por el hombre de los territorios recorridos por este tipo de fenómenos lo que los convierte en riesgos.

Pero, además, ello ha motivado que en la literatura científica relativa al tema tienda a establecerse una distinción clara entre dos términos complementarios: la peligrosidad y el riesgo asociados a un territorio. La primera se definiría como la probabilidad de ocurrencia o periodo de retorno de un determinado peligro; en tanto que el segundo resultaría del producto de la peligrosidad por el valor de los daños causados, y se expresaría, consecuentemente, en unidades monetarias. Cabe, pues, imaginar la existencia de un lugar dotado de una elevadísima peligrosidad por un determinado concepto, pero con un riesgo muy reducido o incluso nulo, supuesto que ese lugar careciera en absoluto de la presencia de la obra humana. Asimismo, puede haber lugares dotados de unos niveles muy elevados de riesgo en virtud de su densa ocupación humana, aun cuando la peligrosidad asociada a los mismos sea muy reducida.

La distinción entre ambas magnitudes puede resultar de gran utilidad a la hora de emprender los ajustes más oportunos para luchar contra el desastre. En ese sentido, por ejemplo, los lugares dotados de un riesgo elevado, aun cuando éste esté asociado a una baja peligrosidad, pueden constituirse en los ámbitos prioritarios para el establecimiento de medidas de lucha contra el desastre, dado que en ellos se optimizará la rentabilidad de las mismas, maximizándose la reducción de las pérdidas. Por el contrario, los lugares dotados de una elevada peligrosidad y un riesgo reducido son excelentes laboratorios para implantar unas adecuadas medidas de ordenación territorial que permitan la convivencia con el desastre sin graves pérdidas.

- 16 El problema es que esta distinción tan neta entre la peligrosidad y el riesgo no es siempre posible. Los desastres que mejor se adaptan a ella son los asociados al despliegue de altos niveles de energía, en virtud de ciertos rasgos que los caracterizan. En primer lugar, son fenómenos predominantemente dicotómicos, es decir, que se producen o no se producen; así, la tierra tiembla o está en reposo, la ladera se desliza o permanece estable, existen arcillas expansivas en un territorio o no existen, el agua anega una zona o no la anega, la refinería de petróleo explota o no explota. Además, son fenómenos intrínsecamente perjudiciales y dañinos; un deslizamiento de laderas es intrínsecamente perjudicial para la actividad humana, como lo es un temblor de tierra, la invasión de un territorio por parte del agua, la llegada de un tsunami a la costa, la emanación de gases tóxicos desde una industria, etc. Por último, todos los sectores de la actividad humana se ven impactados cuando el fenómeno acaece; el seísmo, el deslizamiento, el tsunami... arrasan a su paso los territorios afectados con todas las actividades en ellos implantadas. En estas condiciones es factible evaluar la peligrosidad asociada a un territorio independientemente de la actividad humana. Con posterioridad podrán calcularse las pérdidas esperadas en ese espacio en caso de acaecimiento del desastre, y se obtendrá el riesgo asociado al mismo.

En los desastres que se derivan del carácter inhabitual del fenómeno, los cuales son siempre de origen natural (los tecnológicos se asocian siempre a accidentes de especial gravedad, como acabamos de comentar) y además suelen ser de origen meteorológico, los rasgos antes mencionados no se producen y, en consecuencia, no es fácil establecer la distinción entre la peligrosidad y el riesgo. Las sequías podrían ejemplificar bien este caso. En ellas, en efecto, no se puede establecer una distinción neta entre la existencia o no existencia del evento; la precipitación es una magnitud continua que puede adoptar infinidad de valores y no existe en ella un umbral claro que separe las situaciones de sequía de las húmedas; son precisamente los impactos generados en la sociedad los que permiten situar el umbral de sequía en la escala variable de las precipitaciones. Tampoco son fenómenos intrínsecamente dañinos; un determinado total de precipitaciones sólo genera pérdidas en una sociedad en la medida en que ésta esté

habituada a recibir cantidades de agua mucho más abundantes, pero ese mismo total puede ser más que suficiente en otro medio cualquiera. Por último, tampoco se ven afectados todos los sectores económicos y sociales como consecuencia del desastre. Es frecuente, por ejemplo, que una sequía arruine a la agricultura de secano en un año dado y sin embargo resulte indiferente para el resto de los sectores económicos o viceversa.

Como consecuencia de todo ello, en este tipo de desastres (sequías, heladas primaverales, olas de frío y calor, etc.) la peligrosidad y los daños tienden a confundirse o, dicho de otro modo, sólo analizando los daños es posible deducir la peligrosidad del fenómeno porque sin ellos no existe tal peligrosidad o se desconoce. No obstante, en la medida de lo posible, en este trabajo se intentará establecer la distinción entre la peligrosidad asociada al evento físico y la magnitud de los daños generados por él, dado que tal distinción presenta una gran utilidad en la ordenación de los territorios susceptibles de experimentar riesgos catastróficos.

En consecuencia, pues, se abordarán todos aquellos fenómenos extremos del medio físico o de la sociedad que generen impactos más o menos severos sobre el territorio andaluz. En ellos se procurará distinguir la componente física del desastre (el evento físico y la peligrosidad asociada a él) de su componente humana (los impactos generados y las medidas de ajuste emprendidas para luchar contra él). La primera de ellas permitirá distinguir —cuando ello sea posible— la peligrosidad asociada al fenómeno extremo. La consideración conjunta de ésta con los impactos generados facilitará la obtención del riesgo experimentado en la región. Por último, el análisis de las medidas de ajuste permitirá profundizar en el conocimiento de la vulnerabilidad de la sociedad andaluza ante esos fenómenos extremos. Es obvio afirmar que las medidas de ordenación territorial que se propongan en cada caso irán encaminadas a reducir esta vulnerabilidad y, en consecuencia, a reducir el riesgo experimentado en la región.

Pero antes de ello conviene analizar un poco más en detalle cada uno de los componentes que intervienen en los riesgos catastróficos: el evento que los origina, los

impactos que generan sobre la sociedad y las medidas de ajuste que ésta emprende para hacerles frente.

La identificación y definición del "evento catastrófico" viene determinada por la propia concepción del riesgo como fenómeno extremo y azaroso, y serán precisamente estos caracteres de extremosidad y azarosidad los que impongan que el evento se defina esencialmente a partir de su magnitud y su frecuencia.

En efecto, tanto la magnitud como la frecuencia son indispensables para la expresión del carácter extremo de que adolecen los riesgos. Así, acontecimientos que se alejan significativamente de la media no alcanzarán el carácter de desastre cuando se produzcan con una frecuencia elevada, así como tampoco suelen conceptuarse como desastres aquellos fenómenos que sólo se producen ocasionalmente, pero que presentan valores muy próximos a los registrados normalmente por el elemento en cuestión. Es el binomio magnitud-frecuencia el que determina la naturaleza extrema del desastre natural.

La magnitud se expresa de muy diversas formas en función del tipo de riesgo considerado. La frecuencia suele expresarse a partir de la probabilidad de ocurrencia o el periodo de retorno de dicho riesgo, oscilando entre elevada para probabilidades de ocurrencia muy altas, y baja o rara para el caso contrario. Lógicamente, mientras más frecuente sea el fenómeno considerado, más habituada deberá estar la sociedad a convivir con él, habiendo suscitado suficientes medidas de ajuste como para soportar su presencia sin graves impactos.

Pero hay también otros caracteres físicos de los desastres que interesa conocer si se pretende una gestión eficaz de los mismos por parte de la sociedad. Entre estos caracteres destaca la duración, que oscila entre larga (varios años pueden registrarse para una sequía por ejemplo) y corta (unos minutos o a lo sumo horas para un seísmo de gran intensidad). En general, la larga duración suele ir asociada a una baja intensidad (aunque la relación inversa no siempre se da), de ahí que, en principio, no tenga por qué contemplarse como una característica intrínsecamente perversa. De hecho, los riesgos caracterizados por una larga duración, tales como las sequías por

ejemplo, permiten la toma de medidas de ajuste por parte de la sociedad durante su acaecimiento, y estas medidas pueden ayudar bastante a sobrellevar el desastre sin graves impactos. En los riesgos de corta duración estas medidas se hacen imposibles. **17**

Otro rasgo a tener en cuenta es la extensión espacial, que oscila entre amplia (en nuestro caso podría tratarse de toda la región sometida a una sequía simultáneamente) y limitada (una ladera de una montaña sometida a un alud). Lógicamente, cuanto mayor sea la extensión espacial más duros serán los impactos del desastre y más se dificultarán los mecanismos de compensación interterritorial que podrían contribuir a atenuarlos.

La consideración de la velocidad de implantación también es muy pertinente. Oscila entre lenta (por ejemplo, la erosión continental) y rápida (un seísmo) y determina la posibilidad de actuar o no a medida que el riesgo se va implantando en el lugar. Los desastres muy rápidos no permiten ningún tipo de actuación hasta que ya han tenido lugar y han generado los correspondientes impactos.

También conviene contemplar la dispersión espacial, que oscila entre difusa (un episodio de contaminación atmosférica) y concentrada (una falla activa). A mayor concentración mayor facilidad para controlar y contrarrestar los efectos del desastre. En cualquier caso, el conocimiento del grado de concentración o dispersión es fundamental para prever las repercusiones espaciales del desastre y para adecuar a los mismos las estructuras de prevención y defensa.

Por último, el espaciamiento temporal también es relevante. Oscila entre regular (por ejemplo, los ciclones tropicales o, en nuestro caso, las gotas frías mediterráneas, que siempre suelen producirse en los comienzos del otoño) y aleatorio (un seísmo, un tsunami), y, lógicamente, a mayor regularidad en el tiempo mayores posibilidades de tomar medidas de prevención que minimicen los efectos del desastre.

El conocimiento de cada uno de estos caracteres en un determinado riesgo contribuye enormemente a su ges-

- 18 tión dado que permite emprender en cada caso las medidas más adecuadas para hacerle frente.

El estudio de los caracteres puramente físicos del desastre da paso al análisis de los "impactos" que éste ocasiona en la sociedad, los cuales constituyen uno de los apartados menos sistematizados y peor cubiertos en la mayoría de los estudios relativos a los desastres. Las razones de este hecho habría que buscarlas, por un lado, en la escasez de fuentes de información suficientemente fidedignas y en su dispersión y, por otro lado, en la propia dificultad que entraña la aprehensión del entramado en el cual se organizan la multitud de impactos generados por el evento. Porque los impactos son múltiples y de distinto orden, desde los puramente biológicos (pérdidas de cosechas, plantas, animales, vidas humanas, etc.) hasta los económicos, sociales, políticos y culturales, cada uno de un orden superior al anterior en función de su distanciamiento con respecto al evento original.

Los impactos de primer orden o impactos biológicos son los más fáciles de establecer, aumentando la dificultad a medida que se avanza en la escala. Este aumento progresivo de la dificultad se deriva de cuatro hechos fundamentales. En primer lugar, de la complejidad que caracteriza a las relaciones existentes entre los cinco órdenes del esquema anterior, esquema que voluntariamente se ha simplificado presentándolo como una cadena ligada por relaciones de causa-efecto, pero que en la realidad presenta una naturaleza mucho más dialéctica e inaprensible. Pero además, esta propia naturaleza dialéctica determina que en el origen de cada eslabón superior se introduzcan factores ajenos al propio evento, los cuales dificultan aún más el establecimiento de sus relaciones con el impacto. Por otro lado, una nueva fuente de dificultad surge de la variación que los impactos superiores presentan en función de la escala espacial examinada, lo cual es patente sobre todo en el caso de los impactos económicos. Así, no es infrecuente que la ruina de un municipio agrícola por causa de cualquier evento natural determine el enriquecimiento del municipio vecino, que no fue afectado por él, o tenga una incidencia nula a escala regional o nacional. Por último, los problemas se multiplican al considerar la variabilidad de los impactos en función de la persona o entidad que los experimenta. Es evidente que

una inundación, una sequía o cualquier otro evento no son vividos de la misma manera por una gran empresa, un asalariado, un desempleado, un pequeño comerciante, etc., por no mencionar el hecho de que acontecimientos que pueden ser catastróficos para un sector de la población, pueden ser enormemente beneficiosos para otros.

Todas estas afirmaciones llevan a la conclusión de que en los impactos originados por el desastre juega un papel fundamental la peculiar estructura socioeconómica que caracteriza a la población que lo experimenta. Este papel se concreta en tres intervenciones fundamentales. Por un lado, es esta estructura la que determina el número y la naturaleza de los desastres que se van a experimentar, al ser ella la que, en virtud de su uso y gestión de los recursos y de los medios de producción, fija los umbrales que separan el fenómeno extremo del fenómeno desastroso. Además, será la estructura socioeconómica la que determine la magnitud de los efectos generados por el evento y el abanico social sobre el que van a repercutir. Por último, intervendrá determinando la capacidad de reacción o ajuste ante él, la cual a su vez atenuará o amplificará los impactos según los casos.

De cualquier forma, en las evaluaciones más habituales de los desastres no suelen tomarse en consideración todos los impactos. Normalmente son sólo los impactos biológicos y económicos los que se tienen en cuenta y éstos, traducidos siempre a unidades monetarias, de ahí que en la mayoría de los casos los impactos se contabilicen en pesetas y, en el mejor de los casos, se contemplen además las víctimas humanas ocasionadas.

Desde un punto de vista más cualitativo, podría establecerse una tipología de los riesgos en función de sus impactos, estableciendo una distinción entre :

a) Los que afectaran sólo o predominantemente al medio natural (algunos incendios forestales, ciertos episodios de contaminación de aguas superficiales, etc.). Sin poner en duda su extraordinaria gravedad, son evaluados con cierta benignidad por parte de la población, en primer lugar, por no generar víctimas humanas; en segundo lugar, porque aún existen dificultades para evaluar en términos económicos los componentes naturales y medioambientales.

MODELO DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS SEGUIDO POR EL INSTITUTO TECNOLÓGICO Y GEOMINERO DE ESPAÑA EN SU OBRA: "IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL DE LOS RIESGOS GEOLÓGICOS EN ESPAÑA"

En esta obra, publicada por el ITGME en 1988 e inspirada directamente en el *Master Plan for California* (CALIFORNIA DIVISION OF MINES AND GEOLOGY, 1973), se intentan evaluar las pérdidas esperables para diferentes tipos de riesgos en todo el territorio nacional, dividido éste previamente en las cuadrículas 1:50.000 correspondientes al Mapa Topográfico Nacional. Para cada una de estas cuadrículas se evalúan las pérdidas por suceso con arreglo a la siguiente expresión:

$$PS = CG \times PA \times CP \times FC,$$

dónde

PS = Pérdidas por suceso.

CG = Índice de coste geológico, que evalúa las pérdidas por suceso y por persona en función del grado de peligrosidad de cada tipo de riesgo geológico considerado. Se expresa en ptas/suceso/persona.

PA = Índice de población, que consigna las personas residentes en la correspondiente cuadrícula con arreglo al censo de población para municipios de más de 1.000 habitantes.

CP = Coeficiente de proximidad, que es un coeficiente que tiene en cuenta el alcance del riesgo geológico en función de la distancia y situación del fenómeno con respecto a una población determinada. Cuando la población está fuera del alcance del fenómeno, CP vale 0; cuando éste tiene una incidencia parcial sobre dicha población valdría 0,5 y, por último, en caso de que la población cayera totalmente dentro del alcance del fenómeno el coeficiente valdría 1. Lógicamente, el

producto de PA por CP proporciona el volumen de población expuesta al riesgo.

FC = Factor de catástrofe, que tiene en cuenta el potencial destructivo de determinados riesgos y sus efectos sobre vidas humanas, siendo un coeficiente multiplicador tanto mayor cuanto más numerosas sean las víctimas humanas contempladas.

Factor de catástrofe en la evaluación de pérdidas asociadas a un desastre natural.

| COEFICIENTE | PÉRDIDAS DE VIDAS |
|-------------|-------------------|
| 1.1         | 1 - 10            |
| 1.5         | 11 - 100          |
| 2           | 101 - 1.000       |
| 3           | > 1.000           |

Fuente: IGME (1988 a)

Lógicamente, al efectuar el producto de todos los componentes se obtienen las pérdidas esperables por suceso expresadas en pesetas, aun cuando uno de los componentes de la fórmula evalúa las pérdidas de vidas humanas. Esta es una de las imprecisiones que pueden achacarse a este modelo de evaluación, junto con la propia elaboración del índice de coste geológico, que es la pieza clave de la fórmula y que no está exenta de problemas graves. De cualquier forma, tiene la virtualidad de constituir un instrumento razonablemente válido para cuantificar en grandes espacios las pérdidas asociadas al acaecimiento de riesgos de naturaleza catastrófica, permitiendo así jerarquizar estos espacios con arreglo a su vulnerabilidad. Convendría, sin embargo, desarrollar técnicas de evaluación de impactos menos economicistas y que pusieran mejor de manifiesto la enorme diversidad de consecuencias negativas que pueden derivarse del acaecimiento de un acontecimiento catastrófico de cierta importancia.

b) Aquéllos que afectaran a los distintos sectores económicos, siendo tanto más graves cuanto mayor número de sectores se vieran concernidos. Lógicamente, los menos dañinos serían aquellos que sólo afectaran a un sector de actividad, tales como algunos riesgos de carácter climático, que sólo generan perjuicios en el sector agrario.

c) Los que afectaran a los asentamientos humanos y a las infraestructuras, en los que la gravedad se deriva, no sólo de los impactos económicos generados, sino además del hecho de que amplifican el abanico de personas impacta-

das, dado que tanto los asentamientos, como sobre todo las infraestructuras, son patrimonio común.

d) Por último, en un eslabón de menor a mayor gravedad se situarían aquellos que generarán pérdidas humanas.

Todos estos impactos suelen ir acompañados de otro tipo de efectos de orden psicológico, sociológico, político o cultural, de evaluación mucho más difícil, pero que se supone que son tanto más intensos cuanto mayor es la gravedad de los impactos antes mencionados. Por otro

20 lado, es importante también tomar en consideración que todos estos impactos pueden ser directos o indirectos, inmediatos o diferidos y, lógicamente, los primeros serán mucho más fáciles de evaluar que los segundos.

Ante todos estos impactos las distintas sociedades reaccionan mediante el establecimiento de las "medidas de ajuste" que se consideran más apropiadas dentro de las posibilidades ofrecidas por el nivel económico y tecnológico registrados en cada caso. En los inventarios existentes sobre los posibles ajustes que las sociedades emprenden en su lucha contra los desastres figura como uno más de ellos "no hacer nada"; es cierto, sin embargo, que esta actitud es muy infrecuente. Todas las sociedades, incluso aquellas dotadas de unos niveles de desarrollo tecnológico ínfimos, luchan y hacen frente a los desastres en la medida de sus posibilidades.

Las medidas que se establecen en esta lucha pueden clasificarse en tres tipos principales: modificar el evento, modificar la susceptibilidad a los daños y modificar el peso de las pérdidas.

La primera actitud que suscita un desastre es intentar controlar y modificar el evento físico de forma que no resulte dañino. La construcción de diques en los cursos de agua sería una medida de este tipo frente a las inundaciones; también lo son los intentos de generar lluvia artificial en el caso de las sequías; la fabricación de muros de contención frente a los deslizamientos de laderas; la implantación de fuertes medidas de seguridad en el caso de las instalaciones industriales, etc.

Estas medidas son parcialmente eficaces en el logro de su objetivo y en algunos casos son totalmente inútiles, de ahí que los esfuerzos se dirijan además a modificar la susceptibilidad a los daños, intentando así reducir las pérdidas generadas por el desastre. Como medidas de este tipo pueden catalogarse las edificaciones realizadas con arreglo a la norma sismorresistente, o la construcción de embalses en el caso de las sequías, o una planificación territorial restrictiva en el uso del suelo en las zonas inundables o próximas a instalaciones de alto riesgo, etc.

Estas medidas, en general, suelen ser más numerosas y variadas y resultan bastante más eficaces que las prime-

ras, de forma tal que las sociedades pueden convivir con la existencia de riesgos catastróficos sin experimentar graves quebrantos en muchas ocasiones. Con todo, y a pesar de estas medidas, hay desastres que rebasan la capacidad de control de la sociedad y generan sobre ella impactos severos. En estos casos, una actitud común a todas las sociedades es intentar modificar el peso de las pérdidas, en general, redistribuyéndolas entre un colectivo más numeroso que el constituido por las víctimas directamente afectadas. En el caso de las sociedades primitivas corresponde a la familia o a la tribu la asunción de esta redistribución; en las sociedades desarrolladas suele ser el estado el que asume este papel, junto con la intervención en muchos casos de compañías privadas de seguros. De hecho, los seguros frente a los riesgos naturales constituyen una de las principales medidas de este tipo; también lo son las medidas de emergencia tomadas para brindar socorro durante y tras el desastre o las ayudas y créditos que los gobiernos conceden a los damnificados.

A su vez, en cada uno de estos tres tipos pueden englobarse medidas de carácter estructural, de ordenación del territorio y de protección civil. Las medidas estructurales son las de carácter ingenieril, e intervienen directamente sobre el territorio generando estructuras destinadas, bien a la modificación de los eventos, bien a la reducción o eliminación de sus impactos. Los diques de contención frente a las inundaciones, los embalses en el caso de las sequías, etc. serían medidas de este tipo. Frente a éstas, las medidas de ordenación del territorio lo que pretenden es, una vez conocidas las características físicas y socioeconómicas de dicho territorio, determinar las formas de uso que se consideren más idóneas para cada parte del mismo y establecer las normas que han de regular el uso y la gestión de los recursos en ese espacio. La obligatoriedad de construir con arreglo a la norma sismorresistente en las áreas dotadas de un elevado riesgo sísmico es una medida de este tipo, así como lo es también la prohibición de levantar edificaciones en las zonas sometidas a un alto riesgo de inundación, etc. Por último, en las medidas de protección civil se englobarían todas aquellas acciones destinadas a paliar el impacto ejercido por el desastre sobre sus víctimas, incluyendo, desde las acciones encaminadas a socorrer a los damnificados durante el acaecimiento del evento, hasta aquellas destinadas a la re-

construcción de los daños, pasando por todas las medidas de redistribución de pérdidas que suponen las ayudas gubernamentales a las víctimas del desastre.

Cada desastre suscita un abanico de medidas diversas que suelen englobar a todos los tipos citados, si bien puede afirmarse como norma general que cuanto más desarrollada es una sociedad más variadas y complejas son las medidas de ajuste que emprende frente a los riesgos. Así, las sociedades muy primitivas apenas tienen capacidad tecnológica para emprender medidas estructurales importantes o para intentar modificar los eventos físicos. Por su parte, las sociedades en desarrollo y con ini-

21  
cios ya de procesos de industrialización suelen invertir mucho en este tipo de medidas, desdeñando las orientadas a reducir los efectos del desastre mediante la adaptación a la naturaleza, la ordenación del territorio, etc. Por último, las sociedades más desarrolladas son las que suelen disponer de un abanico más amplio de medidas; su capacidad tecnológica les permite todo tipo de intervenciones estructurales; a la vez, se han enfrentado ya a numerosos problemas ambientales como para haber redescubierto las ventajas de la adaptación a la naturaleza en lugar de la lucha contra ella; además, disponen de unos niveles económicos que les permiten numerosos y variados mecanismos de redistribución de las pérdidas.



## 2. LOS RIESGOS NATURALES



LOS RIESGOS naturales susceptibles de generarse en un territorio son muy variados, tal como hemos intentado plasmar en el cuadro 2.1, el cual es un cuadro de doble entrada en el que cada uno de los riesgos aparece catalogado en función de su agente generador en el medio físico y del grado de participación del hombre en dicha génesis.

Hemos distinguido cinco tipos de riesgos con arreglo a su agente físico: geológicos, geometeorológicos, meteorológicos, biológicos y cósmicos. A su vez, y en cuanto al grado de intervención humana en la génesis, hemos establecido una escala puramente cualitativa que se extiende desde los riesgos naturales, en los cuales la participación antrópica es nula o casi nula, hasta los riesgos inducidos, en los cuales la intervención humana es superior a la de la propia naturaleza.

Dentro del cuadro se insertan un total de 35 riesgos naturales muy diferentes entre sí, y no sólo en lo que concierne a su génesis, sino también a su comportamiento, sus manifestaciones y su incidencia en la comunidad andaluza. No todos van a ser abordados en este libro, del

cual hemos eliminado voluntariamente todos aquéllos que presentaban alguno de los siguientes caracteres:

A. No tienen ninguna dimensión territorial, sino que afectan por igual a todo el espacio andaluz, con lo cual su consideración en la ordenación del territorio es ociosa. Es el caso de los meteoritos, de las plagas sobre flora o fauna o de las epidemias sobre humanos.

B. No tienen lugar en nuestra región o su importancia es muy reducida. Es el caso de las erupciones volcánicas, las arenas movedizas, los diapiros, la radiactividad natural, los riesgos asociados a la plataforma y el talud continental, las olas de frío y calor, las tormentas de arena, las subsidencias mineras y las subsidencias por licuefacción.

C. Son más que dudosos en su acaecimiento e implican un salto cualitativo importante en cuanto al fenómeno considerado, como sucede con los cambios climáticos.

D. No implican la existencia de un evento extremo o coyuntural, sino que reflejan la existencia de meros procesos

CUADRO 2.1  
INVENTARIO DE POSIBLES RIESGOS NATURALES

| TIPOS DE RIESGO          | NATURALES  | INDUCIDOS   |   |  |
|--------------------------|--|---|---|--|
| <b>GEOLÓGICOS</b>        | *SEÍSMOS<br><br>*Erupciones volcánicas<br>*TSUNAMIS<br>*Diapiros<br>*Arenas movedizas<br>*Radiactividad natural<br>*FALLAS ACTIVAS<br>*Riesgos en la plataforma y el talud continental | *SUELOS EXPANSIVOS<br><br>*RIESGOS ASOCIADOS AL KARST<br>*Subsidencias por licuefacción<br>*Dunas activas | *MOVIMIENTOS DE LADERAS                                   | *Agotamiento recursos mineros<br>*SUBSIDENCIAS ANTRÓPICAS        |
| <b>GEOMETEOROLÓGICOS</b> |  | *ALUDES   | *INUNDACIONES<br>*Erosión continental<br>*EROSIÓN COSTERA |  |
| <b>METEOROLÓGICOS</b>    | *Huracanes<br>*Tornados<br>*GRANIZO<br>*VIENTOS VIOLENTOS<br>*Tormentas de arena   | *HELADAS<br>*Olas de frío y calor<br>*Nevadas   | *SEQUIÁS<br>*Cambio climático                             | *EPISODIOS DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA<br>*INCENDIOS FORESTALES |
| <b>BIOLÓGICOS</b>        |  | *Plagas sobre flora o fauna<br>*Plagas sobre el patrimonio<br>*Epidemias sobre humanos                    |   |  |
| <b>CÓSMICOS</b>          | *Meteoritos  |   |   |  |

Mayúsculas: Riesgos abordados en el estudio. Minúsculas: Riesgos que no se abordan en el estudio

26 graduales de deterioro ambiental. Es el caso de la erosión continental o el agotamiento de los recursos minerales.

E. No tienen una dimensión catastrófica en la medida en que apenas generan pérdidas económicas o de vidas humanas. Es el caso de las nieblas o de las dunas activas.

Como consecuencia de estas eliminaciones quedan un total de 16 riesgos de naturaleza catastrófica que son los que se van a considerar en este trabajo. Todos ellos, a pesar de sus peculiaridades, presentan en común el hecho de ser procesos de cierta consideración en Andalucía; el de ser procesos naturales que, solos o inducidos por el hombre, generan importantes perjuicios en la sociedad y en el medio; el de constituir fenómenos extremos y coyunturales, bien por su naturaleza física, bien por los impactos que generan y las medidas que suscitan.

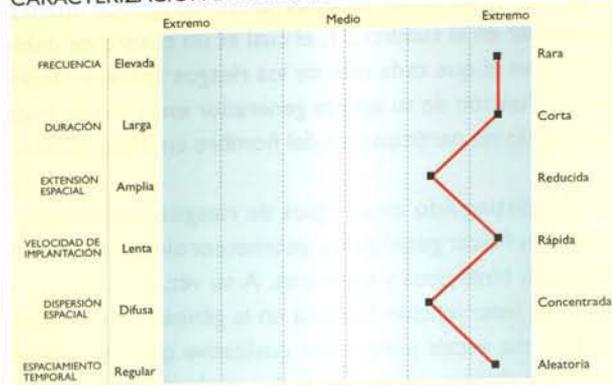
## 2.1. LOS RIESGOS GEOLÓGICOS

Encuadramos en este epígrafe todos aquellos riesgos que se desarrollan esencialmente como consecuencia de procesos que tienen lugar en la corteza terrestre, si bien en algunos casos la intervención humana es también muy relevante. Hemos considerado un total de siete riesgos de naturaleza muy diversa, pero todos con presencia en la región y, en algunos casos, con impactos brutales sobre la misma.

### 2.1.1. Los seísmos

Los seísmos son sacudidas del terreno producidas por el paso de ondas elásticas irradiadas desde una determinada zona de la corteza o del manto superior de la tierra. Las causas de estas sacudidas hay que buscarlas en la dinámica de las placas que componen la litosfera terrestre. Estas placas litosféricas, rígidas y de un espesor medio de unos 100 km, se desplazan horizontalmente sobre la astenosfera y en sus desplazamientos interactúan unas con otras en sus límites, acumulando una gran cantidad de energía elástica de deformación. Es esta energía elástica la que, al liberarse en eventos bruscos, genera los terremotos. Por ello, las zonas dotadas de mayor sismicidad se concentran en ciertos cinturones activos situados en

FIGURA 2.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS SEÍSMOS

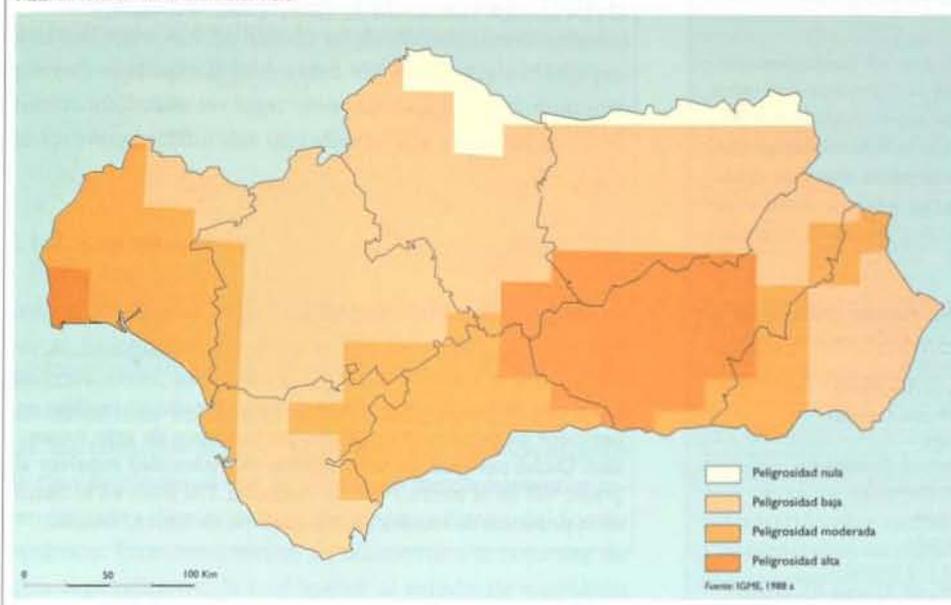


Los seísmos constituyen el arquetipo de los desastres intensivos dado que su frecuencia de aparición es muy rara, al menos por lo que respecta a los grandes seísmos, su duración muy corta; su extensión espacial reducida; su velocidad de implantación muy rápida; su dispersión espacial concentrada y su espaciamiento temporal totalmente aleatorio. Se trata, en suma, de un desastre que, aunque en zonas reducidas y durante poco tiempo, azota bruscamente y con total brutalidad a la sociedad, conmocionándola en todo su entramado.

los límites entre placas diferentes. El deslizamiento brusco se inicia en un punto cualquiera de la falla; el foco, y luego se va extendiendo a una zona más o menos amplia, si bien en esta expansión se va atenuando la intensidad del seísmo, que es máxima en el epicentro, situado en la vertical del foco.

La evaluación del tamaño del seísmo se efectúa a partir de dos parámetros: su magnitud, que se mide instrumentalmente, en términos absolutos, y depende de la energía sísmica liberada; y su intensidad, que constituye una medida más subjetiva ya que está en relación con los efectos causados por el seísmo, pero que suele ser el modo de evaluación más utilizado por sus indudables aplicaciones prácticas. La escala de Richter es la más utilizada para expresar la magnitud y oscila entre los valores de 1 y 9, si bien la magnitud 9 es absolutamente excepcional y sólo se ha registrado en escasísimos casos, como el terremoto de Lisboa de 1755. En cuanto a la intensidad, ésta suele expresarse en la escala MSK, que tiene 12 grados diferentes de menor a mayor gravedad. El grado 1 es tan suave que no es percibido en absoluto por los sentidos hu-

FIGURA 2.2  
PELIGROSIDAD POR SEÍSMOS



Dos grandes focos concentran la peligrosidad sísmica en Andalucía: el extremo más occidental de Huelva, que se ve afectado por las sacudidas de la falla Azores-Gibraltar, y, sobre todo, el núcleo central de las cadenas Béticas, que acusa las máximas tensiones entre las placas africana y euroasiática.

manos, siendo solamente detectado por los sismógrafos. A partir del grado IV la percepción sensorial ya es generalizada; con un sismo de grado VI ya se producen daños en las construcciones, se abren grietas en el suelo, se generan deslizamientos en las montañas etc.; y a partir del grado VIII ya puede hablarse de un sismo serio, susceptible de generar daños importantes y de provocar pánico en la población.

Se trata del desastre intensivo por excelencia (figura 2.1), y sus impactos son de una extraordinaria brutalidad, destacando importantes pérdidas de vidas humanas, graves daños en asentamientos e infraestructuras y una afectación total por parte de todos los sectores de actividad.

Ante un desastre de este tipo es inútil intentar medidas tendentes a modificar el evento, únicamente cabe tratar de reducir las pérdidas y de redistribuir su peso, y todo ello con medidas de ordenación territorial y de protección civil, dado que las medidas estructurales son prácticamente inoperantes. En el caso de zonas inocuadas, la mejor medida consiste en la prohibición de edificar cuando el riesgo sísmico es elevado. Sin embargo, dado que lo habitual es que estos espacios estén ya ocupados, tal me-

didada se hace imposible y lleva a su sustitución por otras consistentes básicamente en la obligatoriedad de construir con arreglo a una norma sismorresistente, de forma que los edificios puedan experimentar el impacto sin graves daños; en la organización de unas infraestructuras que faciliten la atención a la población en caso de emergencia y en la propia educación a dicha población para facilitar en su caso tales medidas de emergencia.

En Andalucía la peligrosidad derivada de la actividad sísmica es considerablemente elevada, ocupando en este sentido el primer lugar en todo el contexto nacional. Esta peligrosidad se deriva de la ubicación de la región en la zona de contacto entre las placas africana y euroasiática, un contacto muy activo y que tiene su sede principal en el eje de las cadenas Béticas. Por otro lado, la existencia de una importante falla activa en el Atlántico, la falla Azores-Gibraltar, es capaz también de generar sismos de fuerte intensidad y con repercusiones importantes en la región.

El resultado de todo ello es la existencia en Andalucía de una elevada peligrosidad sísmica, que alcanza sus máximos valores al sur de la cuenca del Guadalquivir, la cual

LOS SEÍSMOS DE GRAN INTENSIDAD REGISTRADOS EN EL TERRITORIO ANDALUZ

En Andalucía los fuertes seísmos no son un fenómeno desconocido ni tampoco lejano, aunque la memoria colectiva, probablemente por meras razones de supervivencia, tienda a dejarse llevar por la esperanza y sea lo suficientemente olvidadiza como para borrar de la mente estos eventos catastróficos, que tanta conmoción generan y que a veces están tan cercanos en el tiempo como muchos de los que componen el cuadro adjunto.

GRANDES SEÍSMOS CON EPICENTRO EN EL TERRITORIO ANDALUZ

| FECHA        | INTENSIDAD | LOCALIZACIÓN DEL EPICENTRO |
|--------------|------------|----------------------------|
| 15-5-1357    | VIII       | Andalucía                  |
| 24-IV-1431   | IX         | Atarfe (Granada)           |
| 10-II-1466   | VIII       | Carmona (Sevilla)          |
| 1-I-1949     | VIII       | Málaga                     |
| 5-IV-1504    | IX         | Carmona (Sevilla)          |
| 9-IX-1518    | IX         | Vera (Almería)             |
| 22-IX-1522   | IX         | Almería                    |
| 4-VIII-1526  | VIII       | Granada                    |
| 30-IX-1531   | VIII       | Baza (Granada)             |
| 16-VI-1581   | VIII       | Sierra de Alhama (Granada) |
| 21-II-1608   | VIII       | Sevilla                    |
| 31-XII-1658  | VIII       | Almería                    |
| 9-X-1680     | IX         | Sierra de Málaga           |
| 27-II-1724   | VIII       | Sevilla                    |
| 13-I-1804    | VIII       | Dalias (Almería)           |
| 21-I-1804    | VIII       | Adra (Almería)             |
| 25-VIII-1804 | IX         | Dal'as (Almería)           |
| 27-X-1806    | VIII       | Santa Fe (Granada)         |
| 20-X-1883    | VIII       | Golfo de Cádiz             |
| 25-II-1884   | X          | Arenas del Rey (Granada)   |
| 27-II-1885   | VIII       | Arenas del Rey (Granada)   |
| 16-VI-1910   | VIII       | Adra (Almería)             |
| 31-V-1911    | VIII       | Santa Fe (Granada)         |
| 5-VII-1930   | VIII       | Montilla (Córdoba)         |
| 5-III-1932   | VIII       | Lúcar (Almería)            |
| 10-III-1951  | VIII       | Linares (Jaén)             |
| 19-V-1951    | VIII       | Alcaudete (Jaén)           |
| 8-I-1954     | VIII       | Arenas del Rey (Granada)   |
| 19-IV-1956   | VIII       | Albolote (Granada)         |
| 9-VI-1964    | VIII       | Galera (Granada)           |

Fuente: Martín Martín, A. J., 1984.



Destrozos generados en 1884 por el denominado "terremoto de Andalucía", con epicentro en Arenas del Rey (Granada). Foto: Antonio Jesús Martín Martín.

FIGURA 2.3. PERIODO DE RETORNO PARA UN SEÍSMO DE INTENSIDAD VIII EN LA ESCALA MSK SOBRE EL TERRITORIO ANDALUZ



Las zonas de fuerte peligrosidad sísmica se traducen también en periodos de retorno muy breves para seísmos de gran intensidad. Dicho periodo, para un seísmo de intensidad superior al grado VIII de la escala MSK, se reduce a 500 años en el oeste de la provincia de Huelva y en el entorno de Sierra Nevada.

se constituye en franja separadora entre esta zona sur, muy activa, y la zona norte, tectónicamente estable. A su vez, dentro de esta zona sur pueden detectarse dos claros máximos de peligrosidad: el primero de ellos se ubica en el corazón de las cadenas Béticas, con focos principales en las provincias de Granada y Almería, y el segundo corresponde en sentido amplio al golfo de Cádiz, con un núcleo principal al oeste de la provincia de Huelva, derivado de la actividad sísmica generada en la falla Azores-Gibraltar (figura 2.2). De hecho, es en alguno de estos núcleos donde se han detectado siempre los epicentros de los mayores seísmos registrados en la región, destacando entre ellos el terremoto de Arenas del Rey (Granada) de 1884, conocido también como el terremoto de Andalucía, que alcanzó una intensidad X en la escala MSK y que causó extraordinarios destrozos en toda el área circundante a la localidad. Asimismo, y por las mismas razones, es en estos núcleos donde se registran las mayores probabilidades de ocurrencia para seísmos de elevada intensidad (figura 2.3), produciéndose además en ellos continuamente pequeñas sacudidas o microseísmos que, aunque sin efectos devastadores, sí consiguen en muchas ocasiones suscitar la alarma pública.

Se trata, pues, de un riesgo importante en la región, tanto por la extensión espacial a la que afecta, como por la in-

tensidad que revisten sus manifestaciones. Si a ello añadimos el que su frecuencia no es nada desdeñable (sólo en el actual siglo XX ha habido en Andalucía nueve seísmos que han superado la intensidad VIII en la escala MSK), podemos atribuirle un lugar muy destacado en el conjunto de los riesgos naturales que afectan a la comunidad.

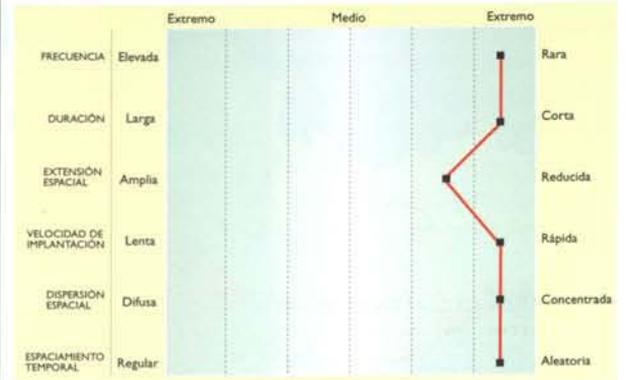
### 2.1.2. Los tsunamis

Los tsunamis son olas de gran periodo que se generan por el desplazamiento de fallas en el fondo oceánico, por deslizamientos submarinos a gran velocidad o por explosiones de islas volcánicas. En el caso de las fallas oceánicas los tsunamis pueden generarse por un movimiento de tipo pistón en el que se producen desplazamientos ascendentes y descendentes de amplias zonas del fondo oceánico. Este movimiento se transmite a la columna de agua suprayacente, la cual vuelve al estado de equilibrio después de una o dos oscilaciones, irradiándose ondas en varias direcciones y a gran velocidad.

La velocidad de propagación del tsunami es directamente proporcional a la profundidad de la masa de agua, de forma que en los grandes océanos y con mucha profundidad la velocidad es muy elevada, alcanzándose a veces hasta 700 km/hora. A medida que el tsunami se aproxima a la costa y va disminuyendo la profundidad del agua, disminuye también su velocidad de propagación. Algo similar sucede con la longitud de onda, que es muy grande en alta mar (de 200 a 700 km), reduciéndose notablemente en la plataforma continental, donde apenas alcanza de los 50 a 150 km. Estas grandes longitudes de onda se acompañan de una reducida amplitud de la ola, que puede ser inferior a 1 m, con lo cual el tsunami puede llegar a ser imperceptible en alta mar. Se hace manifiesto al acercarse a la costa, cuando se reduce mucho su longitud de onda y, consecuentemente, aumenta mucho su amplitud, pudiendo formarse olas de alturas comprendidas entre 15 y 30 metros, de gran poder destructor.

Se trata también en este caso de un desastre de carácter intensivo al igual que los seísmos (figura 2.4). Afecta, pues, de manera súbita y brutal a las zonas costeras, generando sobre ellas impactos severísimos dado que el gigantesco

FIGURA 2.4.  
CARACTERIZACIÓN DE LOS TSUNAMIS



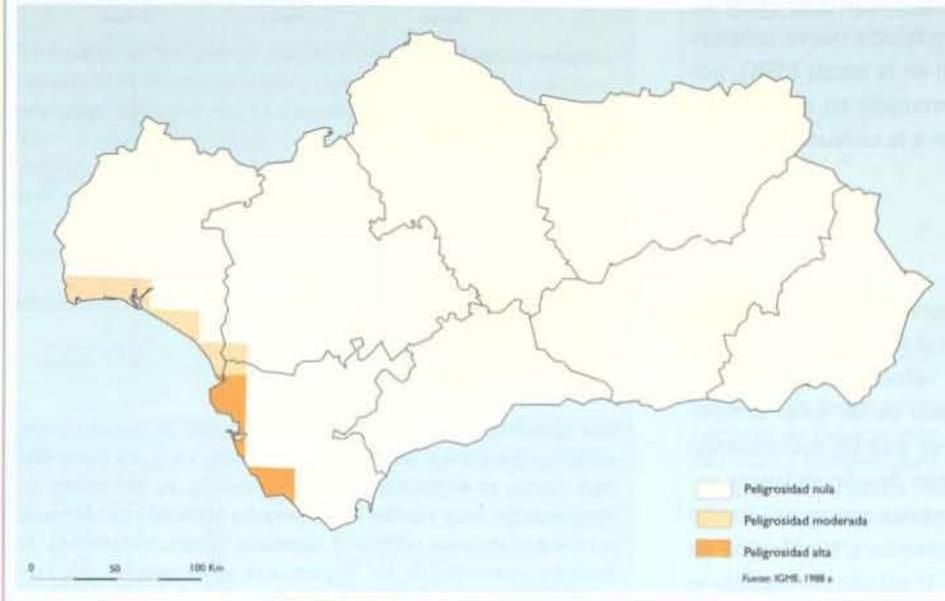
Los tsunamis constituyen buenos ejemplos de desastres de carácter intensivo. Su frecuencia es muy rara, su duración muy corta, su extensión espacial reducida, su velocidad de implantación muy rápida, su dispersión espacial concentrada y su espaciamiento temporal aleatorio. Afortunadamente, la enorme intensidad de sus impactos se ve contrarrestada por su escasisima frecuencia, de otro modo, no serían asumibles por parte de la sociedad.

murallón de agua arrasa a su paso todo lo que encuentra (infraestructuras, edificios, etc.) y genera multitud de pérdidas de vidas humanas.

La energía del tsunami es tan fuerte y las zonas a las que afecta tan densamente ocupadas, que normalmente en estos fenómenos la única medida que cabe es la de diseñar sistemas de alarma y prevención que permitan evacuar a la población hacia zonas seguras. Y aún en este caso todo depende de la distancia que separa a la costa de la fuente del tsunami, dado que cuando ésta es muy corta el tiempo disponible para la evacuación puede llegar a ser insuficiente.

En Andalucía el riesgo de tsunami se deriva de la proximidad de la región a la falla Azores-Gibraltar, una falla oceánica que, cuando produce seísmos, genera ondas de tsunami que se desplazan desde el epicentro hasta la costa atlántica andaluza y que se concentran especialmente en la zona comprendida entre la ciudad de Cádiz y el estrecho de Gibraltar, siendo ésta la zona que ostenta los mayores niveles de peligrosidad por este concepto. La

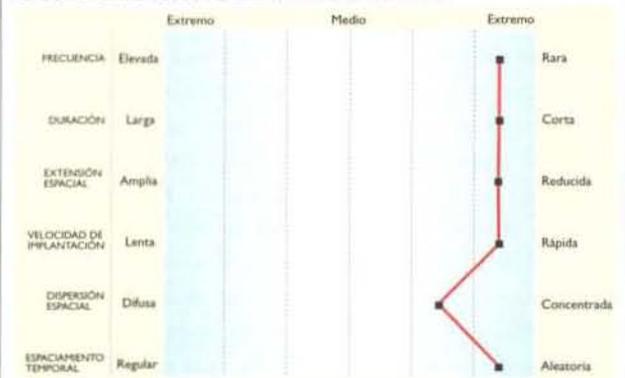
30

FIGURA 2.5.  
PELIGROSIDAD POR TSUNAMIS

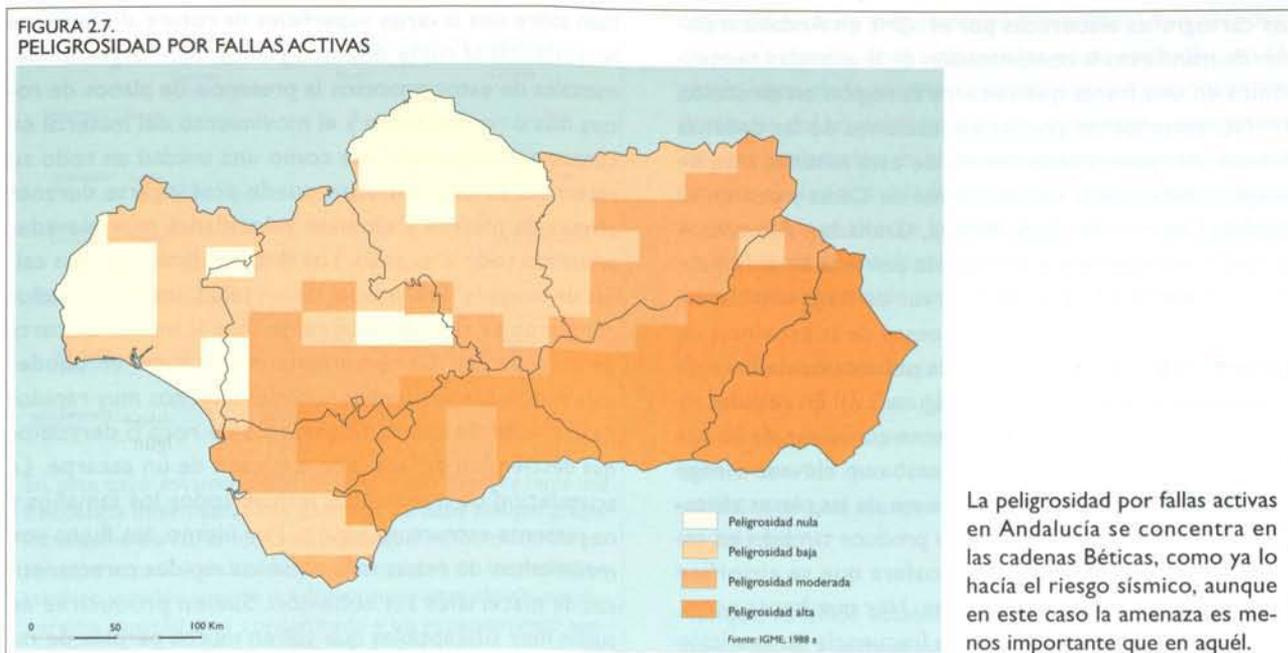
Toda la costa atlántica de Andalucía adolece de algún peligro derivado del acaecimiento de tsunamis, pero la peligrosidad es especialmente elevada en el tramo comprendido entre la ciudad de Cádiz (el enclave urbano más amenazado) y el estrecho de Gibraltar.

costa mediterránea no está expuesta a este riesgo dado que las ondas de tsunami se abren en la bocana del estrecho de Gibraltar y debido a los distintos gradientes de velocidad dejan indemnes a estas aguas (figura 2.5).

Dada la alta densidad de ocupación que presenta la franja costera, puede apreciarse la magnitud de los daños esperables en caso de acaecimiento de un fenómeno de este tipo, máxime teniendo en cuenta la escasa distancia que separa la costa de la falla Azores-Gibraltar, lo que determina que apenas transcurriría una hora entre la generación de la onda sísmica y la llegada del tsunami a la costa, con lo cual difícilmente se podrían emprender medidas de emergencia suficientes como para garantizar la seguridad de la población. Ello es precisamente lo que otorga al riesgo una relativa importancia en la región, la cual no se deriva, desde luego, ni de su extensión espacial (muy reducida), ni de su frecuencia de aparición, que afortunadamente es muy baja.

FIGURA 2.6.  
CARACTERIZACIÓN DE LAS FALLAS ACTIVAS

Las fallas activas responden básicamente al modelo de comportamiento de los desastres intensivos, caracterizándose por una frecuencia rara, una duración muy corta, una extensión espacial muy reducida, una velocidad de implantación muy rápida, una dispersión espacial concentrada y un espaciamento temporal aleatorio.



Una falla reciente afectando a sedimentos cuaternarios en las cercanías de Arenas del Rey (Granada). Foto: Juan José Durán Valsero.

### 2.1.3. Las fallas activas

Una falla es una fractura de la corteza terrestre a lo largo de la cual se mueven los labios uno en relación con el otro en una dirección paralela a la fractura, hablándose en estos casos de fallas activas. En ocasiones el deslizamiento de la falla es débil y sólo genera una distorsión gradual de la tierra, sin acompañarse de un terremoto significativo. Otras veces, sin embargo, se produce un desplazamiento fuerte y súbito en la falla que puede tener efectos graves sobre las estructuras construidas en ellas.

Se trata de un desastre de tipo intensivo (figura 2.6) y en ese sentido, participa prácticamente de los mismos caracteres que los seísmos (de hecho son fenómenos estrechamente relacionados), si bien afecta a espacios mucho más reducidos, lo que facilita algo el control de sus impactos, los cuales, por otro lado, no suelen ser tan brutales como los desencadenados por grandes seísmos. En este caso, lo esencial es disponer de una buena cartografía de las fallas activas existentes en un territorio y prohibir la construcción de edificios o estructuras sobre dichas fallas. Sólo así pueden evitarse los daños generados por las enormes fuerzas que se ponen en juego en estos deslizamientos.

32 Las cartografías elaboradas por el IGME en Andalucía ponen de manifiesto la concentración de la actividad neotectónica en una franja que recorre la región en dirección SW-NE, coincidente con las alineaciones de las cadenas Béticas. Así pues, queda dentro de esta extensa área de peligrosidad la parte noroccidental de Cádiz y casi en su totalidad las provincias de Málaga, Granada y Almería. A su vez, esta zona aparece rodeada por una orla de peligrosidad moderada que afecta al sur de las provincias de Jaén, Córdoba y Sevilla y al noroeste de la provincia de Cádiz. El resto de la región queda prácticamente libre de la amenaza de las fallas activas (figura 2.7). En realidad, la zona de riesgo coincide básicamente con el eje de las cadenas Béticas, que ya experimentaba un elevado riesgo sísmico debido al contacto en ese eje de las placas africana y euroasiática. Dicho contacto produce también en esta zona deformaciones en la litosfera que se absorben mediante deslizamientos en fallas. Hay que hacer notar, sin embargo, que en este caso la frecuencia de aparición del desastre es muy reducida y, desde luego, los impactos son mucho más suaves que los originados en caso de seísmo, todo lo cual configura a este riesgo como poco destacable dentro del conjunto de los que afectan a la región.

#### 2.1.4. Los movimientos de laderas

Con el término movimientos de laderas pueden englobarse todos aquellos procesos por los cuales los materiales de la corteza terrestre, en ocasiones afectados previamente por procesos de alteración, se mueven por la acción de la gravedad. Todos estos movimientos tienen en común su dependencia del grado de estabilidad del terreno, entendiéndose por tal la cualidad que expresa la mayor o menor tendencia de los materiales a permanecer *in situ*, así como el hecho de que la acción fundamental del transporte corresponde a la gravedad, no habiendo en realidad ningún verdadero agente de transporte, aunque el agua o el hielo puedan contribuir al aumento del peso de la masa deslizante.

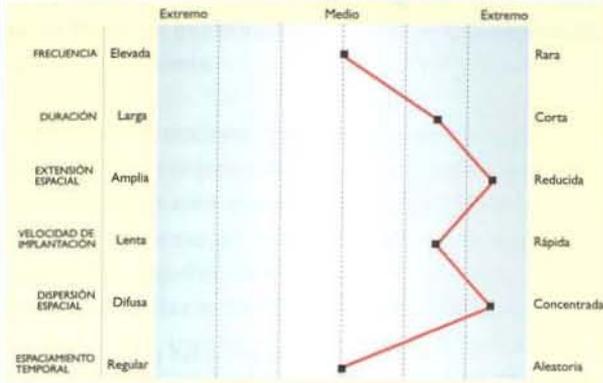
Los principales fenómenos asociados a la inestabilidad de las laderas son los deslizamientos, los desprendimientos, los flujos y las avalanchas. Los deslizamientos son movimientos gravitacionales de masas de roca o suelo que des-

lizan sobre una o varias superficies de rotura al superarse la resistencia al corte de estos planos. Son rasgos fundamentales de estos procesos la presencia de planos de rotura más o menos netos y el movimiento del material en conjunto, comportándose como una unidad en todo su recorrido. El deslizamiento puede prolongarse durante cientos de metros y alcanzar velocidades muy elevadas arrasando todo a su paso. Los desprendimientos son caídas de bloques de material de un talud, individualizados por planos de rotura y con caída libre al menos en parte de su recorrido. Generalmente tienen lugar en taludes escarpados. Las avalanchas son movimientos muy rápidos de una masa de tierra, fragmentos de roca o derrubios que descienden de una ladera o caen de un escarpe. La acumulación de fragmentos incluye todos los tamaños y no presenta estructura alguna. Por último, los flujos son movimientos de masas más o menos rápidos característicos de materiales sin cohesión. Suelen producirse en suelos muy susceptibles que sufren mucha pérdida de resistencia con el movimiento. Estos materiales actúan temporalmente como un fluido, sufriendo una deformación continua y sin presentar superficies de rotura definidas.

Todos estos fenómenos, aunque presentan notorias diferencias en cuanto a sus pautas de comportamiento, responden siempre a la acción de factores similares, los cuales pueden ser de dos tipos: factores intrínsecos al material y factores extrínsecos o externos a él. Entre los primeros merecen destacarse los factores litológicos, que aluden a las propiedades del material, particularmente en lo que concierne a su grado de resistencia, los factores estructurales, entre los cuales son especialmente relevantes los planos de debilidad de origen tectónico (fallas, fracturas, etc.) y los planos de estratificación, y los factores morfológicos, tales como la pendiente, la orientación de las laderas respecto a las discontinuidades litológicas, etc.

Por su parte, los factores externos son aquellos que actúan sobre el material dando lugar a modificaciones en las condiciones iniciales de las laderas y taludes. Estas modificaciones se derivan esencialmente de tres tipos de causas: en primer lugar, del aumento del contenido de agua del material de la ladera, que puede resultar de precipitaciones muy intensas o de un cambio importante en el nivel freático, y que se traduce en un aumento del peso de las

FIGURA 2.8.  
CARACTERIZACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS DE LADERAS



En este caso estamos ante un fenómeno que presenta una frecuencia intermedia, una duración variable aunque predominantemente corta (de unos minutos a varios días), una extensión espacial reducida, una velocidad de implantación también variable aunque predominantemente rápida, una dispersión espacial muy concentrada y un espaciamiento temporal tendente a cierta regularidad, dado que presenta una gran propensión a coincidir con los periodos de lluvias intensas o de deshielo primaveral.



Chalet destruido por un deslizamiento en esquistas alpujárrides (Granada). Foto: Juan José Durán Valsero.

capas del terreno y de la presión intersticial, reduciéndose así la resistencia de los materiales en su conjunto; en segundo lugar, de la existencia de vibraciones —normalmente derivadas del acaecimiento de microseísmos—, que provocan una aceleración en el suelo que favorece la rotura; por último, de las actividades humanas, que a través de sus construcciones alteran la estabilidad natural de las laderas y a través de su incidencia sobre la vegetación eliminan un importante agente de retención de los materiales.

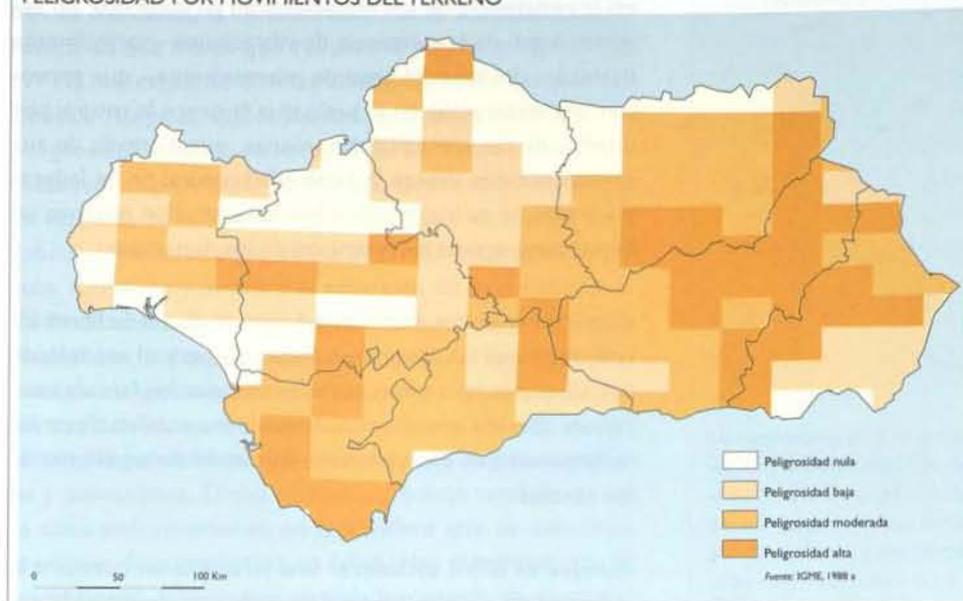
Generalmente, los factores del primer tipo o factores intrínsecos son los que determinan el tipo y el modelo de rotura que se va a producir, mientras que los factores externos son los que desencadenan la inestabilidad por las variaciones que ejercen sobre el estado de equilibrio de los taludes.

Aunque es difícil establecer una jerarquía en cuanto a la importancia y protagonismo de cada uno de estos factores, dada su actuación conjunta y simultánea, parece evidente la importante participación en los movimientos de laderas de factores intrínsecos tales como la pendiente, que a partir de valores del 15% o el 20% se traduce en una fuerte inestabilidad del terreno, la existencia de fallas o fracturas, que disminuyen la resistencia del material, y la presencia de materiales intercalados o alternantes con diferente resistencia o permeabilidad. Entre los factores externos merecen destacarse la densidad de la cubierta vegetal y, sobre todo, las variaciones en el contenido de agua de la masa deslizante, con un gran papel desestabilizador y corresponsable, junto con otros agentes, de la mayor parte de los movimientos del terreno, bien a raíz de periodos fuertemente lluviosos, bien a través del deshielo primaveral.

Se trata de un desastre más bien intensivo, aunque sin llegar a los extremos de los seísmos o los tsunamis (figura 2.8). No obstante, la intensidad que pone en juego el movimiento de laderas puede llegar a ser muy elevada, lo que determina que los impactos puedan llegar a ser también brutales, tanto los directos, en virtud de que el movimiento suele arrasar a su paso con todo lo que se encuentra, como los indirectos, generados como consecuencia de la intervención de la masa deslizante sobre al-

34

FIGURA 2.9.  
PELIGROSIDAD POR MOVIMIENTOS DEL TERRENO



La peligrosidad por movimientos de laderas está muy extendida y dispersa por toda la región, si bien son de nuevo las cadenas Béticas las que concentran la mayor parte de ésta, junto con algunos enclaves del valle del Guadalquivir como los Alcores o el Aljarafe.

gún curso de agua, lo que puede generar la inundación y el anegamiento de las zonas situadas aguas arriba del movimiento de laderas.

Hay que señalar, sin embargo, que un adecuado conjunto de medidas de ajuste bien emprendidas puede reducir considerablemente las pérdidas derivadas de este tipo de fenómenos. La regulación de los usos del suelo, evitando las áreas dotadas de mayor riesgo, es la medida más eficaz, pero incluso cuando estas áreas se ocupan, pueden reducirse mucho las pérdidas acudiendo a normas de uso del suelo que exijan medidas estructurales tendentes a eliminar o estabilizar de modo permanente las masas deslizantes. Los deslizamientos más pequeños pueden quitarse totalmente, usando el material en otros lugares como relleno; cuando son algo más extensos se pueden estabilizar mediante medidas tales como un drenaje adecuado que extraiga el agua del deslizamiento o con la construcción de contrafuertes que lo retengan. Naturalmente, todo ello exige que previamente se detecten las zonas proclives a los deslizamientos y se disponga de una cartografía suficientemente detallada de ellos.



Rotura de la carretera Granada-Jaén en el puerto Carretero como consecuencia de un deslizamiento. Foto: Guillermina Garzón.

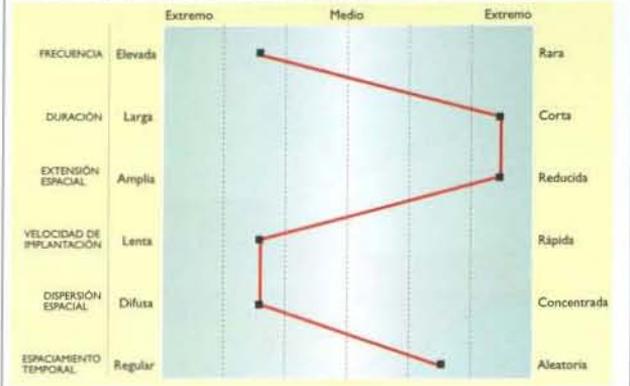
Estamos ante un riesgo de gran importancia en Andalucía, lo cual no es sorprendente en virtud de la actuación de los factores generadores del riesgo que comentábamos anteriormente.

En general, los enclaves dotados de mayor peligrosidad se localizan en el conjunto de las cadenas Béticas gracias a la convivencia, en este espacio, de prácticamente todos los factores relevantes en la génesis de los movimientos del terreno: las pendientes más abruptas de toda la región, abundantes fallas activas, frecuentes fenómenos de microsismicidad, un régimen de lluvias torrenciales en el que alternan periodos muy secos con lluvias de extraordinaria intensidad y una escasísima cubierta vegetal como consecuencia de la deforestación. Son, pues, las provincias de Málaga, Almería, Granada y Cádiz, y especialmente estas dos últimas, las que ostentan los mayores niveles de peligrosidad por este concepto en el conjunto de la región (figura 2.9). Además de estos importantes focos de peligrosidad, se localizan en Andalucía dos focos más reducidos, esta vez en la provincia de Sevilla, asociados fundamentalmente a los escarpes de los Alcores y el Aljarafe, siendo en estos casos la naturaleza deleznable de los materiales y la intensa acción antrópica los principales responsables de la elevada peligrosidad. Asimismo, en la zona oriental del valle del Guadalquivir, en las provincias de Córdoba y Jaén se localizan algunos focos importantes de peligrosidad.

**2.1.5. Los suelos expansivos**

Se consideran suelos expansivos aquellos materiales que experimentan un importante incremento de volumen cuando aumenta su contenido de humedad, y una reducción del mismo en los momentos de desecación. Esta capacidad de cambio en el volumen del suelo se asocia a la composición mineralógica del mismo, produciéndose en aquellos suelos con fuerte contenido en arcillas esmectíticas (montmorillonitas), los cuales tienen un espacio basal muy variable que permite la entrada y salida de moléculas de agua y de cationes que inducen en la red cristalina cambios volumétricos considerables. El máximo riesgo de expansividad corresponde a los litotipos arcillosos neógenos, de gran desarrollo y con abundancia de arcillas mont-

FIGURA 2.10. CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS EXPANSIVOS

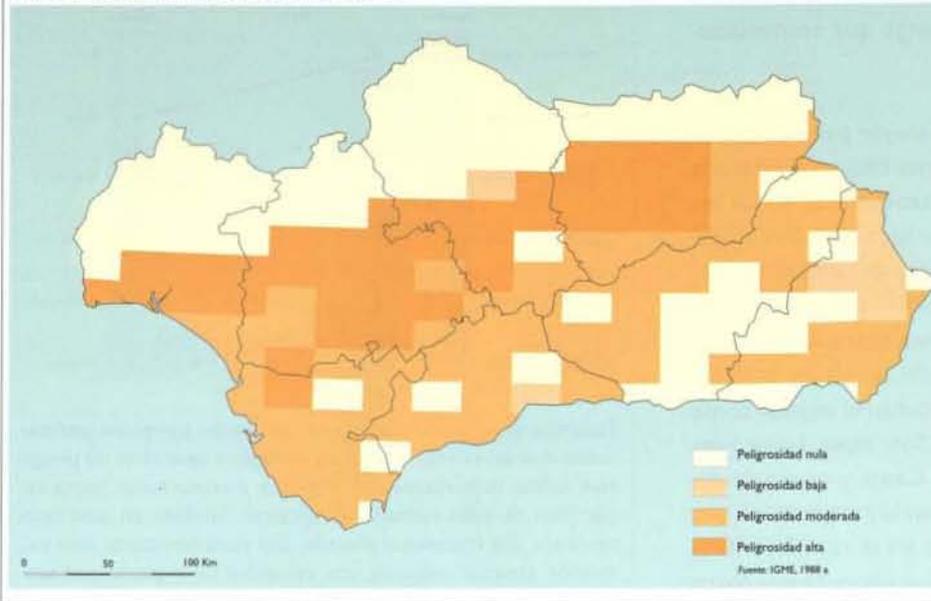


Estamos en este caso ante una condición peligrosa permanente que en ciertas ocasiones da lugar a episodios de riesgo con daños importantes en edificios y estructuras, pero sin pérdidas de vidas humanas en general. También en este caso tenemos una frecuencia elevada, una duración corta, una extensión espacial reducida, una velocidad de implantación lenta, una dispersión espacial difusa y un espaciamiento temporal aleatorio.

morilloníticas, que ocupan la mayor parte de las cuencas y depresiones terciarias y cuaternarias. Es también importante en los materiales arcillosos clasificables geotécnicamente como recubrimientos, correspondientes a suelos recientes de tipo residual o transportado (es el caso de los vertisuelos de la depresión del Guadalquivir). Se produce además en algunas alteraciones de piroclastos y cenizas volcánicas y, por último, es importante en las arcillas triásicas de facies Keuper.

Todas las zonas tapizadas con estos tipos de suelos presentarán una gran capacidad de cambio volumétrico. No obstante, para que esta capacidad pueda desarrollarse es necesario que en ellas se produzcan, además, alternativas en el contenido de humedad del suelo, con fases de humectación y desecación. Los climas mediterráneos, con alternancia de una estación lluviosa en invierno y una estación seca en verano, con condiciones de semiaridez, y con predominio de lluvias espasmódicas y discontinuas, favorecen al máximo estas alternativas, las cuales, por otro lado, también pueden verse favorecidas por la acción humana a través de sus intervenciones sobre el ciclo hi-

FIGURA 2.11.  
PELIGROSIDAD POR SUELOS EXPANSIVOS



La máxima peligrosidad por arcillas expansivas se concentra en la depresión del Guadalquivir por la abundancia en ella de materiales arcillosos y de topografías planas que dificultan el drenaje natural del agua.

drológico, con alteraciones del drenaje natural del suelo o perturbaciones en los niveles freáticos, el riego de parques y jardines o las propias construcciones, que impiden el acceso vertical del agua al terreno y lo protegen de la insolación, creando un desequilibrio con las áreas del entorno, no protegidas, y favoreciendo las transferencias laterales de humedad.

Cuando confluyen las condiciones edáficas, climáticas y antrópicas propicias a la expansividad los daños no se hacen esperar. Los cambios volumétricos determinan movimientos diferenciales del terreno, con hundimientos y asentamientos que afectan seriamente a las estructuras que se instalan sobre él. Sus incrementos de volumen pueden alcanzar valores de hasta el 10% y éstos a su vez desarrollar presiones tan elevadas como para agrietar los edificios, deformar las vías de comunicación, distorsionar las cimentaciones, romper las conducciones, etc. Sucede, sin embargo, que estos daños no son siempre inmediatos, demorándose en ocasiones bastantes años respecto a la fecha de construcción de la obra, lo que contribuye a que este riesgo sea uno de los menos evidentes y espectaculares, no obstante lo cual, puede generar un importante volumen de pérdidas.

Las medidas de ajuste más idóneas para este tipo de riesgos son las asociadas a la ordenación del territorio, de forma que en las zonas dotadas de mayores niveles de peligrosidad se limiten las construcciones o bien éstas se doten de medidas estructurales capaces de hacerlas resistir el embate de los cambios volumétricos del suelo. Tales medidas, por otro lado, son muy eficaces cuando son medidas preventivas y, desde luego, mucho menos costosas que las necesarias para corregir los daños ya producidos.

En Andalucía, la peligrosidad por suelos expansivos es la más elevada de todo el conjunto nacional, estando centrada esta peligrosidad en la depresión del Guadalquivir por razones obvias. En ella confluyen la existencia de un volumen importante de litotipos arcillosos neógenos, una cantidad también considerable de recubrimientos arcillosos montmorilloníticos y una importante base de margas y arcillas mesozoicas de facies Keuper, con una topografía muy plana que dificulta el drenaje natural del agua y con unas condiciones climáticas propiciadoras de la alternancia entre fases de humectación y desecación. A su vez, la provincia de Sevilla, con el mayor porcentaje de vertisuelos de toda la región y con abundantes enclaves cuyo sus-

trato está constituido por margas azules de fuerte contenido arcilloso, es la más afectada por estos fenómenos de expansividad (figura 2.11). Es también muy importante el riesgo en las ricas campiñas de las provincias de Jaén, Córdoba y Cádiz. Además, hay fuerte peligrosidad en los valles de los ríos Salado y Barbate en Cádiz, el área entre los embalses de Negratín y Valdeinfierno, entre Granada y Almería, y los enclaves de Tabernas, sur de Sorbas y sur de Níjar en Almería.

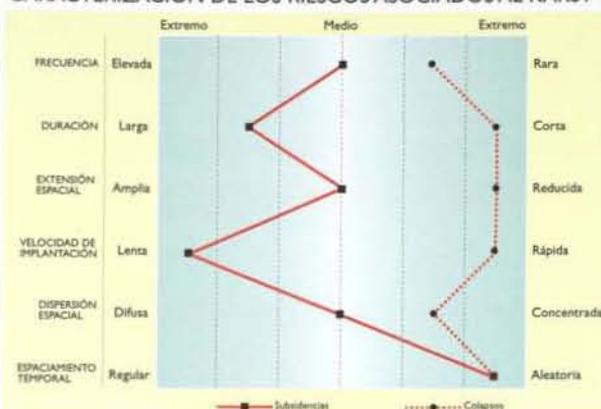
En realidad, se trata de un riesgo que se sitúa en el límite entre los fenómenos catastróficos y los no catastróficos. En cierta medida debería considerarse como una mera condición limitante del medio, la cual, en caso de tenerse en cuenta adecuadamente, no tendría que dar lugar a episodios extremos ni dramáticos. La realidad sin embargo es que estos episodios suceden en ocasiones; por otro lado, las pérdidas que genera cotidianamente son tan abundantes y frecuentes, que su inserción en el epígrafe de los riesgos catastróficos no resulta gratuita.

### 2.1.6. Riesgos asociados al karst

El término karst o relieve kárstico alude al conjunto de formas de relieve que se desarrollan en aquellas zonas en las que predominan las rocas sedimentarias sensibles a la disolución, las cuales son básicamente las calizas, aunque también se dan estos fenómenos en los materiales con predominio de yesos y sales. Lo distintivo del karst se deriva del hecho de que la caliza (y en general las rocas kársticas) es muy soluble en agua y deja pocos residuos de la meteorización. La alta solubilidad se refleja especialmente en la disolución superficial y subterránea, la desaparición del drenaje superficial hacia el fondo y el desarrollo de formas superficiales que se derivan de la subsidencia o el colapso provocados por la disolución subterránea. Como consecuencia de estos hechos hay multitud de riesgos asociados al karst, unos de naturaleza geomecánica y otros de naturaleza hidrogeológica.

Entre los riesgos geomecánicos los más frecuentes son las subsidencias y los hundimientos o colapsos. Las subsidencias pueden considerarse como un caso límite de movimientos de laderas en el cual el movimiento es vertical y hacia abajo por la influencia de la gravedad, y don-

FIGURA 2.12. CARACTERIZACIÓN DE LOS RIESGOS ASOCIADOS AL KARST

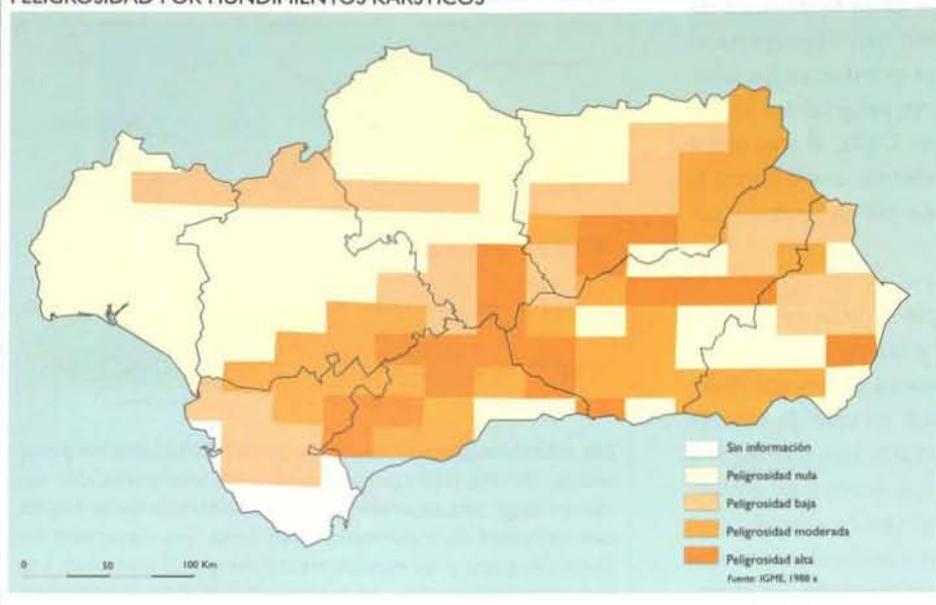


Las subsidencias constituyen un desastre básicamente penetrante, caracterizado por una frecuencia intermedia, una duración larga, una extensión espacial moderadamente amplia, una velocidad de implantación muy lenta, una dispersión espacial mediana y un espaciamiento temporal aleatorio. Los colapsos, por su parte, se aproximan más al comportamiento de los desastres intensivos en virtud de su frecuencia rara, su duración muy corta, su extensión espacial muy reducida, su velocidad de implantación muy rápida, su dispersión espacial concentrada y su espaciamiento temporal aleatorio.

de normalmente hay un reducido movimiento lateral como consecuencia suya. La superficie terrestre se mantiene en un equilibrio entre los diversos tipos de stress que se aplican a sus materiales y la resistencia de estos mismos materiales. Este equilibrio puede perturbarse de forma que la superficie se hunda, bien como consecuencia de un aumento de los stress aplicados directamente hacia abajo, bien como resultado de una disminución de la resistencia de los materiales, o bien por una combinación de ambos. Entre las múltiples causas que pueden romper este equilibrio, generando la subsidencia, está la disolución subterránea de calizas y sales, la cual evidentemente disminuye la resistencia del material.

Cuando hay un descenso lento y paulatino del suelo se habla de subsidencia, la cual puede producirse cuando los terrenos tienen una cubierta relativamente potente de suelo, no aflorando los materiales kársticos, o bien en formaciones mixtas lutítico-yesíferas o salíferas, fácilmente deformables por su plasticidad. El mecanismo de subsidencia natural suele tener unas velocidades muy lentas,

FIGURA 2.13.  
PELIGROSIDAD POR HUNDIMIENTOS KÁRSTICOS



Los riesgos asociados al Karst dejan libre a todo el norte de la región y se centran de nuevo en las cadenas Béticas, esta vez con focos principales en el norte de las provincias de Málaga y Granada y el sur de las de Córdoba y Jaén.

casi seculares, aunque puede verse acelerado por actuaciones antrópicas. Por el contrario, cuando se producen movimientos bruscos de una porción del terreno en la vertical y más o menos puntuales se habla de hundimientos o colapsos. Estos colapsos pueden ser monofásicos o polifásicos, pero generalmente el tiempo que transcurre desde los primeros indicios de inestabilidad (grietas, pequeñas deformaciones, etc.) rara vez es superior a algunas horas, siendo muy escasas las ocasiones en que el hundimiento se detecta con días de antelación. En ambos casos, se generan pérdidas cuantiosas en edificaciones y estructuras, aunque no suelen ocasionar muertes, especialmente las subsidencias, por su ritmo lento de desarrollo.

En cuanto a los riesgos hidrogeológicos, merecen destacarse las inundaciones en poljés, la fuga en presas y embalses, y la contaminación de los acuíferos. Las inundaciones en poljés son relativamente frecuentes por la topografía muy plana que los caracteriza, lo cual permite la inundación en periodos de lluvias intensas. Hay que advertir, no obstante, que no suele ser la lluvia la que directamente ocasiona la inundación, sino la sima del poljé, que pasa de ser un desagüe a ser una surgencia como consecuencia de la subida del nivel del acuífero. También

son frecuentes las fugas de agua que se producen en los embalses construidos en terrenos kársticos y pueden llegar a generar importantes pérdidas económicas. Por último, el karst presenta un alto riesgo de contaminación de los acuíferos dado que tiene un poder de autodepuración muy bajo, pero una altísima transmisividad direccional, con lo cual los agentes contaminantes pueden viajar con mucha rapidez y durante mucho tiempo, llegando hasta zonas muy alejadas del foco de contaminación. Esto obliga a tener el máximo cuidado a la hora de establecer los vertederos en estas áreas.

Como en el caso anterior, relativo a los suelos expansivos, aquí nos encontramos de nuevo ante una condición peligrosa permanente —el karst—, que en ocasiones genera episodios catastróficos que en los casos más frecuentes están protagonizados por las subsidencias y los colapsos, ambos con muchas características similares, como ya hemos visto, pero a la vez con muchos caracteres diferenciales. En el caso de las subsidencias nos encontramos ante un desastre predominantemente penetrante; en el caso de los colapsos estamos ante un riesgo más brusco y más súbito aunque afecta a áreas espaciales más reducidas (figura 2.12).

En ambos casos, los impactos generados son esencialmente económicos, asociados a pérdidas en edificaciones e infraestructuras, aunque los colapsos pueden generar en ocasiones algunas pérdidas de vidas humanas. En cuanto a las medidas más idóneas para su control, éstas pasan por un conocimiento detallado de la morfología y el funcionamiento del karst en cada caso; sólo así se hace posible una ordenación territorial susceptible de liberar de construcciones las zonas dotadas de máximo riesgo o el empleo de las medidas estructurales capaces de modificar los eventos peligrosos.

En Andalucía, los mayores niveles de peligrosidad se centran en las cordilleras Béticas, afectando a la parte nororiental de Cádiz, el norte de Málaga, el sur de Córdoba y la zona centro-oriental de Granada. Existe asimismo una zona aislada en Almería asociada al complejo del karst en yesos de Sorbas (figura 2.13). En todas estas zonas habría que emprender unas medidas de ordenación del territorio lo suficientemente rigurosas como para minimizar las pérdidas y los impactos esperables de lo que no es sino una condición peligrosa permanente que, bien tratada, podría resultar absolutamente inocua.

### 2.1.7. Subsidiencias de origen antrópico

Son subsidiencias de origen antrópico aquellos hundimientos progresivos del terreno que se desencadenan básicamente por las intervenciones humanas. Hay muchas formas a través de las cuales el hombre puede contribuir a estos hundimientos, pero las subsidiencias más comunes por causas humanas son cuatro: subsidiencias por extracción de agua subterránea, por extracción de petróleo o gas, por hidrocompactación, y por oxidación de la turba. Las dos primeras corresponden a extracciones de fluidos que conducen a una reducción de la presión de dicho fluido en la reserva subterránea, lo cual lleva directamente a un aumento del *stress* efectivo como consecuencia del cual se produce la compactación y la correspondiente subsidiencia. La compactación de los sedimentos por extracción de fluidos es predecible una vez que se conocen las variables implicadas, pero hay diferencias entre la extracción de petróleo y la de agua.

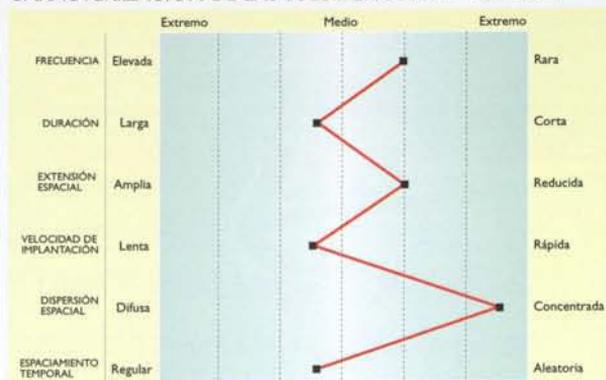


La ocupación de los deltas litorales de las ramblas almerienses por invernaderos agrícolas conduce a sobreexplotación de los acuíferos e, indirectamente, a la aparición de subsidiencias del terreno. Foto: Juan José Durán Valsero.

El agua subterránea se extrae normalmente a partir de reservas que son más superficiales, tienen más porosidad y permeabilidad y son más extensas que las de petróleo. Además, la reducción de las presiones del fluido es normalmente menor en los depósitos de agua que en los de petróleo. En consecuencia, la subsidiencia en los campos de petróleo suele ser mayor y más localizada que en las áreas de explotación de agua subterránea. Por su parte, en las zonas de extracción de agua los centros de máxima subsidiencia corresponden a los centros de extracción y a los puntos de máximo descenso del nivel de agua, siendo además más fuertes en los acuíferos confinados que en los libres, sobre todo, si en la zona predominan los lechos aluviales de sedimentos y arcillas compresibles.

Las subsidiencias por hidrocompactación se producen en áreas con déficit de humedad (áridas o semiáridas). En estas áreas los sedimentos inconsolidados y de baja densidad tienen suficiente resistencia en seco como para soportar *stress* efectivos sin compactarse. Cuando estos depósitos se humidifican por primera vez (por cualquier circunstancia, como puede ser por ejemplo la percolación de agua de riego) o cuando la sobrecarga adicional se incrementa significativamente, la resistencia intergranular de los depósitos se debilita y se produce una compacta-

FIGURA 2.14.  
CARACTERIZACIÓN DE LAS SUBSIDENCIAS ANTRÓPICAS



Las subsidencias de origen antrópico responden esencialmente a las pautas de comportamiento de los desastres penetrantes, con frecuencia intermedia, duración larga, extensión espacial intermedia, velocidad de implantación lenta, distribución espacial concentrada y espaciamiento temporal relativamente regular puesto que está condicionado por la intensidad de las acciones antrópicas.

ción rápida con la correspondiente subsidencia. Son frecuentes las subsidencias de este tipo en los abanicos aluviales de las zonas semiáridas, los cuales se depositan como coladas de barro con ocasión de las avenidas, secándose rápidamente. Esta capa seca puede tener muchos huecos, tales como aperturas intergranulares mantenidas en su lugar por depósitos arcillosos, cavidades en burbuja y grietas de desecación. No obstante, puede tener suficiente resistencia como para aguantar la imposición de otro incremento de sedimento en la próxima avenida. Cuando un depósito semejante se humidifica por primera vez por percolación de agua de regadío, la resistencia del material seco se reduce, la ratio de huecos se reduce y el suelo se hunde.

Por último, resultan también destacables las subsidencias debidas a la oxidación de la turba en las zonas deltaicas y pantanosas cuando éstas son drenadas y puestas en cultivo. En estos casos, cuando los suelos dejan de estar sumergidos tiene lugar la subsidencia por numerosos motivos, como la compactación por desecación o por la acción de las máquinas agrícolas, pero, sobre todo, por la oxidación de la turba, que en las condiciones iniciales de

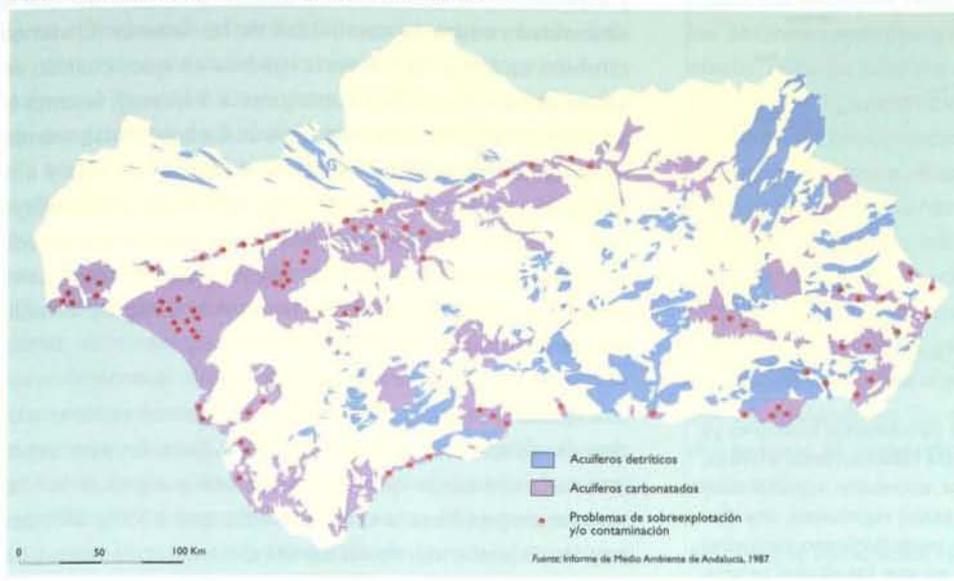
suelo sumergido, y por tanto, anaeróbico no se producía. Normalmente, la subsidencia continúa en los deltas en tanto que la capa de agua se mantenga en una posición inferior a la de la superficie terrestre. Si el drenaje y el cultivo persisten es imposible que la subsidencia se detenga hasta que la turba se haya oxidado por completo. Si además este fenómeno se mezcla con la extracción de agua subterránea, lo cual no es infrecuente, aún se exacerba más el hundimiento.

La subsidencia, como ya comentábamos en el epígrafe anterior, constituye un desastre predominantemente penetrante (figura 2.14), cuyas manifestaciones más frecuentes, además del descenso del nivel de la superficie, adoptan formas muy variadas, tales como la aparición de hoyos, charcas, fisuras, grietas, etc. Todas ellas pueden causar serios problemas en las estructuras, como rotura de carreteras, rotura de pozos, alteración de las acequias, inundación de las zonas próximas al mar, etc.

En cuanto a las medidas de ajuste más idóneas para hacerles frente están, en primer lugar, una buena cartografía y seguimientos del fenómeno en aquellas zonas que se saben proclives a la subsidencia, y el empleo de las medidas estructurales más aptas en cada caso para luchar contra el tipo de subsidencia de que se trate. Así, en el caso de las producidas por extracción de fluidos, controlar dichas extracciones e inyectar agua a presión; en las producidas por hidrocompactación se suele recomendar la humectación completa de la zona sobre la cual se va a construir hasta que alcance su grado máximo de compactación y asiento; por último, en las provocadas por oxidación de la turba en zonas deltaicas y pantanosas, controlar los procesos de desecación y al menos no compaginarlos con extracción de aguas subterráneas.

De los cuatro modos más frecuentes de originarse las subsidencias antrópicas sólo uno —el asociado a la extracción de petróleo— no tiene ninguna probabilidad de presentarse en Andalucía. A pesar de ello no tenemos noticia de la existencia de ningún documento que aborde el tema, bien sea a nivel nacional o regional. Aunque este hecho impide una valoración adecuada del fenómeno en la región, es presumible que éste se esté produciendo en todas aquellas áreas ocupadas por sistemas acuíferos, espe-

FIGURA 2.15.  
ACUÍFEROS SOBREENPLOTTADOS EN ANDALUCÍA



Los acuíferos sobreexplotados constituyen focos potenciales de peligrosidad por subsidencias y éstos son muy abundantes en Andalucía, especialmente en el valle del Guadalquivir y en las zonas costeras, donde la presión antrópica no deja de acrecentarse.

cialmente cuando éstos están sometidos a sobreexplotación (figura 2.15). Es el caso de la mayor parte de los acuíferos costeros y de los emplazados en el eje del valle del Guadalquivir. En muchos casos se trata además de áreas en las que tienen lugar otro tipo de procesos susceptibles de generar subsidencias: algunos de los acuíferos costeros están emplazados bajo áreas deltaicas y marismas que al ser rescatadas por el hombre podrían generar fenómenos de oxidación de la turba; por su parte, los ubicados en la costa mediterránea, especialmente en su sector oriental, son susceptibles de hidrocompactación por las condiciones de aridez extrema de que adolecen. Todo ello contribuye a incrementar un riesgo que, si bien no es demasiado importante en la región, sí debería empezar a controlarse con mayor cuidado dado que la mayoría de los procesos que lo originan experimentan una evolución progresiva y creciente.

## 2.2. LOS RIESGOS GEOMETEOROLÓGICOS

Estos riesgos se caracterizan por la participación simultánea en ellos de fenómenos de orden geológico y meteorológico. Usualmente es el fenómeno meteorológico el que origina el evento, pero éste no llega a tener lugar si

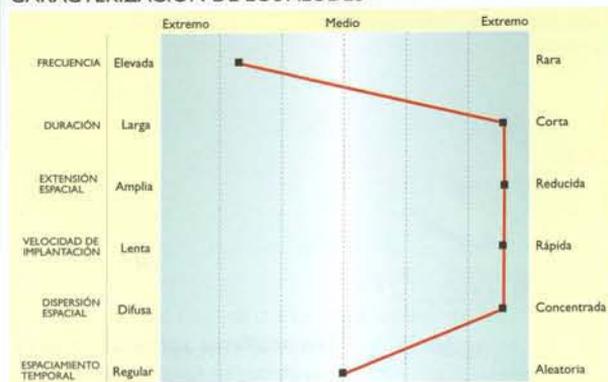
la cubierta litosférica no contribuye con su aportación. Dentro de ellos se han seleccionado los tres que tienen mayor relevancia en la región: los aludes, las inundaciones y los fenómenos de erosión costera.

### 2.2.1. Los aludes

Los aludes o avalanchas de nieve son deslizamientos bruscos y repentinos de grandes volúmenes de nieve ladera abajo. Tales deslizamientos, por su volumen y su velocidad (pueden llegar a alcanzar una masa de 1 T y superar velocidades de 350 km/h), suelen arrasar a su paso todo lo que encuentran, generando numerosos daños económicos y pérdidas de vidas humanas a veces importantes.

Los aludes tienen lugar cuando el peso de la masa de nieve excede la resistencia friccional de la superficie sobre la cual se desliza, y en ese sentido pueden producirse, bien por un aumento progresivo de la masa de nieve y, en suma, de las tensiones, bien por una disminución de la resistencia, o bien por ambas causas conjuntamente. El aumento de las tensiones puede producirse por la caída de nuevas nevadas o por la lluvia, las cuales producen una sobrecarga que provoca la rotura, cediendo los estratos

FIGURA 2.16.  
CARACTERIZACIÓN DE LOS ALUDES



Los aludes constituyen un desastre típicamente intensivo ya que, aunque presentan una frecuencia relativamente elevada, tienen una duración muy corta, una extensión espacial muy reducida, una velocidad de implantación rapidísima, una dispersión espacial concentrada y un espaciamiento temporal relativamente regular en la medida en que los aludes se producen en invierno y, sobre todo, en primavera.

inferiores de nieve vieja. Esto es frecuente, sobre todo, en pendientes empinadas, del orden de  $45^\circ$  o más. Por su parte, la disminución de la resistencia se suele producir al destruirse las formas de estrellas y agujas de los cristales de nieve por el efecto de la insolación; al reducirse la fricción entre los cristales no puede mantenerse el equilibrio y se deslizan unos sobre otros provocando la avalancha. También puede suceder por obra del agua de fusión que se infiltra. Cuando este agua provoca el deslizamiento en el contacto del manto con el terreno se genera una avalancha de fondo. Por último, puede haber causas accidentales que den lugar a la formación de aludes, tales como la caída de rocas desde los escarpes, la caída de bloques de nieve o hielo, las explosiones artificiales, etc.

En consonancia con todo esto puede hablarse de la existencia de dos tipos de factores fundamentales generadores de aludes: los de orden meteorológico y los ligados a las características del terreno. En cuanto a los factores meteorológicos, destacan por su importancia la cantidad de nieve, el viento y la temperatura. La cantidad de nieve interviene de manera tal que a mayor cantidad mayor probabilidad de que se produzcan avalanchas, generándo-

se éstas sobre todo durante la nevada y 24 horas después, y especialmente cuando la nevada es intensa, dado que la intensidad reduce la estabilidad de las laderas. El viento también es importante en la medida en que, cuando es fuerte (con velocidades superiores a 5 m/seg), levanta la nieve del suelo y la traslada a otros lugares, colaborando a aumentar las tensiones sobre el manto nevado y a la formación de placas. Por su parte, la temperatura influye en los cambios registrados en la nieve y en general puede afirmarse que la nieve es más segura por la mañana temprano y va siendo progresivamente más insegura a medida que avanza el día.

Los factores ligados a las características del terreno aluden esencialmente a la forma de la ladera. En este sentido puede afirmarse que las laderas más peligrosas son las que tienen pendientes comprendidas entre  $35^\circ$  y  $50^\circ$ ; por encima de estos valores la nieve no tiene tendencia a acumularse, y por debajo, el perfil poco inclinado propicia la estabilidad. Además, resultan más arriesgadas las pendientes convexas que las cóncavas.

Se trata de un riesgo típicamente intensivo (figura 2.16) que puede llegar a generar impactos muy graves, especialmente en lo concerniente a las pérdidas de vidas humanas, que son cada vez más cuantiosas a medida que aumenta la afición al esquí. En España, por ejemplo, la media anual en los últimos años es de cuatro víctimas por alud, registrándose un máximo de once muertes en 1979.

En cuanto a las medidas a implantar para reducir las pérdidas, podría afirmarse que las únicas eficaces son las asociadas a la ordenación del territorio, evitando construir en las zonas proclives a las avalanchas, e implantando sistemas de aviso y prevención para la detección de aquellas situaciones propiciadoras de las mismas. Tales medidas consiguen reducir casi por completo las víctimas, si bien exigen un conocimiento y cartografía muy detallados del territorio, que permita identificar las áreas dotadas de riesgo.

Los aludes no son un fenómeno desconocido en Andalucía, pero sí un fenómeno muy localizado ya que se circunscribe al área de Sierra Nevada e incluso a ciertas zonas limitadas y concretas dentro de este ámbito. Ello facilita, sin duda, su tratamiento desde la ordenación del territorio.

### 2.2.2. Las inundaciones

En su sentido más genérico la inundación se puede definir como una masa de agua que anega tierras que normalmente no están sumergidas. Es precisamente el carácter tan genérico de la definición el que permite incluir en ella todos los posibles tipos de inundación que pueden registrarse, los cuales son extraordinariamente diversos (inundaciones generadas por precipitaciones *in situ*, por invasiones marinas, por obstrucciones de cauces, por insuficiencias de drenaje, por avenidas de los ríos, etc.) Es cierto, sin embargo, que el término inundación se asocia normalmente al último de los tipos mencionados, es decir, al desbordamiento por parte del agua del lecho o cauce por el que ésta circula usualmente, provocando el anegamiento de las zonas ribereñas ocupadas por el hombre y generando los impactos consecuentes. Y es que, en realidad, este es el tipo más frecuente de inundación y el que genera los mayores niveles de pérdidas. Por eso este apartado se centrará en el examen de este tipo de inundaciones ocasionadas por las avenidas de los ríos.

Un examen que no está exento de dificultades derivadas, sobre todo, de los procesos que intervienen en la génesis del fenómeno, procesos muy diversos y que, aunque con

distinto peso específico en cada caso, hacen intervenir a todos los aspectos relativos al medio natural así como a las acciones antrópicas ejercidas sobre él. Porque, en efecto, la causa primera de la inundación es una causa climatológica: la existencia de unas precipitaciones lo suficientemente importantes como para provocar el desbordamiento del cauce. Ahora bien, desde que el agua precipita hasta que desborda el cauce tienen lugar los procesos de evaporación, infiltración y retención de agua por parte de las capas superficiales y subsuperficiales del suelo y la vegetación, los cuales contribuyen a reducir el volumen de agua que llega hasta los cauces. Este volumen, que puede medirse a través de la escurrentía, es el que al irse acumulando en los cauces de órdenes sucesivos podrá generar el desbordamiento si es suficientemente importante.

Así pues, la inundación resulta, no sólo de procesos climatológicos, sino además de la intervención de otros muchos procesos que afectan a los caracteres del medio natural existente en la cuenca y que, si bien no son generadores de la inundación, sí contribuyen a intensificarla, bien determinando una elevada escurrentía y, en consecuencia, un gran volumen de agua susceptible de llegar al cauce, bien reduciendo su tiempo de concentración (tiempo re-

CUADRO 2.2.  
FACTORES INTENSIFICADORES DE LAS INUNDACIONES

| CARACTERÍSTICAS      | ESTABLES  | VARIABLES  |                     |
|----------------------|---|--|---------------------|
| De la cuenca         | * Área<br>* Forma<br>* Pendiente<br>* Aspecto<br>* Altitud                              | * Capacidad de almacenamiento  | Roca madre<br>Suelo |
|                      |   | * Capacidad de infiltración  |                     |
|                      |   | * Transmisividad   | Roca madre<br>Suelo |
| De la red de drenaje | * Modelo de comportamiento de la red<br>* Drenaje subterráneo                           | * Superficie de almacenamiento<br>* Dimensión de los cauces/Área manantial |                     |
| Del cauce            | * Pendiente<br>* Obras de control y regulación del río<br>* Capacidad de almacenamiento | * Rugosidad<br>* Cargas en suspensión<br>* Forma                           |                     |

Fuente: Ward, 1978

- 44 querido para que el agua caiga desde el punto más remoto de la cuenca hasta el caudal en su desagüe), o bien aumentando el tiempo necesario para el drenaje completo del agua que ha generado la avenida.

Todos estos procesos son muy variables en el espacio y en el tiempo, ya que dependen de las características presentadas por la cuenca vertiente, por la red de drenaje y por el canal de desagüe, siendo además algunas de estas características cambiantes (cuadro 2.2).

Todas las características estables de la cuenca pueden contribuir en algunos casos a intensificar la inundación. Así, el área interviene en el tiempo de concentración (a mayor área mayor tiempo) y en el volumen total del caudal generado por un acontecimiento pluviométrico dado. La forma —asociada a la red de drenaje— puede contribuir a agudizar y a incrementar los picos de la inundación cuando es predominantemente redondeada y presenta un bajo índice de bifurcación. La pendiente, cuando es muy acentuada, incrementa la escorrentía y con ello el volumen de agua que llega al cauce, reduciendo además el tiempo de concentración. Por último, el aspecto y la altitud intervienen sobre el propio acontecimiento pluviométrico, pudiendo incrementar el volumen de agua precipitada y su intensidad.

Pero también son determinantes las características variables de la cuenca, las cuales, por otro lado, son más difícilmente controlables. Estas características aluden a la capacidad de almacenamiento, infiltración y transmisividad del agua por parte del suelo y la roca madre, las cuales determinan la respuesta del medio ante la precipitación, interviniendo en el volumen del caudal de los cauces y en el tiempo de concentración de tales caudales. Son características que se han forjado durante siglos como resultado de las complejas interacciones existentes entre todos los elementos del medio natural (atmósfera, hidrosfera, litosfera y biosfera), pero que en los últimos años, como consecuencia de la intensa acción antrópica, se han modificado sustancialmente y lo siguen haciendo. Ello dificulta enormemente el análisis del riesgo de inundación ya que lo altera sin cesar, aunque también puede contribuir a reducir este mismo riesgo, cuando estas modificaciones se realizan conscientemente por parte del hombre en persecución de este objetivo.

En cuanto a la red de drenaje, la característica más estable que en ella se produce es su modelo general de comportamiento, que está relacionado con su índice de bifurcación y con la forma de la cuenca. Ello no supone que no experimente variaciones, pero éstas se desarrollan a un ritmo lo suficientemente lento como para que pueda ser considerada como estable. En términos generales, las inundaciones presentan fuertes magnitudes y picos muy agudos en aquellas cuencas que tienen un drenaje de tipo dendrítico, en las cuales se unen en las partes bajas de la red de drenaje los caudales de un buen número de grandes tributarios. Por el contrario, las redes de drenaje de tipo enrejado ofrecen una respuesta más suave a la inundación al permitir la evacuación del agua de los tributarios procedentes de la cuenca baja antes de que afluyan los que proceden de la parte alta.

Las características variables de la red de drenaje también configuran la respuesta de la cuenca a la inundación. Entre ellas destaca el área total de la cuenca interconectada, la cual puede ser muy reducida al inicio de las precipitaciones, pero va aumentando a medida que éstas se intensifican, incrementándose así el volumen de escorrentía rápida que alimenta los cauces e incrementando también con ello la punta de la inundación. Hay que destacar también en este sentido, el importante papel jugado por los drenajes artificiales realizados por el hombre a base, sobre todo, de las deforestaciones y la excavación de surcos con el arado, los cuales facilitan la escorrentía rápida del agua hacia los cauces, intensificando la inundación.

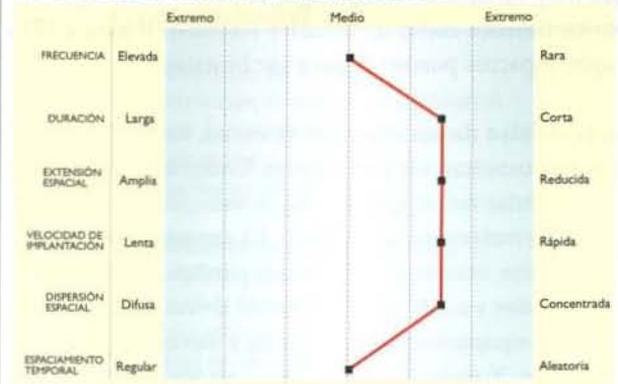
Por último, en relación con los canales de desagüe, hay que destacar el papel de características estables tales como la pendiente y las obras de regulación del agua en él existentes, las cuales actúan en sentido inverso. Así, la onda de inundación a través del cauce será tanto más rápida cuanto mayor sea su pendiente y cuanto más reducidas sean las obras de regulación de que dispone.

También ciertas características variables, como la rugosidad o los sólidos en suspensión, que dependen en gran medida de los materiales de la roca madre y de la densidad de la cubierta vegetal, son determinantes sobre el volumen total de agua y otros materiales constituyentes de la inundación.

Queda claro, pues, que estamos ante un riesgo generado por multitud de factores del medio natural, todos los cuales habrían de ser considerados para poder controlar a su vez el propio riesgo. Entre ellos la precipitación es, sin duda, uno de los más importantes, siendo en ella la intensidad (volumen de agua precipitado por unidad de tiempo) la magnitud más relevante, al desbordar la capacidad de almacenamiento de agua del suelo cuando es muy fuerte, incrementando la escorrentía hacia los cauces. Pero otras características del medio resultan igualmente determinantes, destacando entre ellas las peculiaridades de la red de drenaje y de los cauces específicos que la componen, y ciertos caracteres generales de la cuenca tales como las pendientes, el grado de permeabilidad de los materiales y la densidad de la cubierta vegetal. Todos ellos conjuntamente determinan la respuesta que el medio ofrece ante unas precipitaciones que sólo se convierten en catastróficas en virtud de esta propia respuesta. Y todo ello sin olvidar el gran papel jugado por la acción antrópica en la distorsión progresiva de este medio, la cual por otro lado se traduce casi siempre en un aumento del riesgo de inundación. Es el caso de las deforestaciones y gran parte de las prácticas agrícolas en uso, así como de las múltiples obstaculizaciones que se interponen a la circulación natural del agua merced a las obras de infraestructura viaria, a la implantación de núcleos residenciales, industriales, urbanos, etc. sobre el territorio.

Teniendo en cuenta el carácter tan cambiante que presentan cada uno de estos factores, se puede comprender la infinita variabilidad que caracteriza al fenómeno de la inundación y la enorme dificultad que conlleva la evaluación de su riesgo, una evaluación que comporta el empleo de métodos variados (probabilísticos y deterministas esencialmente) para traducir las precipitaciones a caudales y éstos a áreas inundadas. Ello, además de exigir el manejo de multitud de variables en escalas espaciales muy detalladas, queda siempre sujeto a un gran margen de error dadas las múltiples variaciones experimentadas por el medio natural. Por ello podría afirmarse que la primera tarea a realizar para controlar el riesgo de inundación en un espacio dado, es la de controlar, a su vez, todas las magnitudes que caracterizan al medio dominante en ese espacio.

FIGURA 2.17.  
CARACTERIZACIÓN DE LAS INUNDACIONES



Las inundaciones constituyen un desastre predominantemente intensivo, derivándose este calificativo de la conjunción de los caracteres que lo definen. Su frecuencia es intermedia, su duración es corta (de unas pocas horas a un mes como máximo), su extensión espacial es reducida, limitándose a las márgenes de los ríos y zonas llanas y peor drenadas, su velocidad de implantación es rápida, su dispersión espacial es concentrada y su espaciado temporal es moderadamente aleatorio dado que, dentro de su irregularidad, puede presentar fenómenos bastante claros de estacionalidad.



Cortijo campañés inundado en la cuenca del Guadiana en enero de 1997. Foto: Leandro del Moral Iuarte.

- 46 Nos encontramos en este caso ante un desastre que, aunque muy variable en su tipología, se puede considerar mayoritariamente como un desastre intensivo (figura 2.17) y cuyos impactos pueden llegar a ser brutales.

La brutalidad de sus impactos se deriva del poder arrasador que ostentan los tres agentes fundamentales de daño en la inundación: el agua misma, la velocidad con que circula y los materiales que arrastra. La combinación de estos tres agentes determina a su paso la pérdida de vidas humanas, ganados y cosechas, así como el arrasamiento o deterioro de equipamientos, materiales y bienes inmuebles de todo tipo. Y todo ello sin contar con los impactos indirectos que se generan, los cuales, aunque más difícilmente cuantificables, no son menos importantes. Es, por ejemplo, el caso de la interrupción de la vida económica que se produce tras la inundación o el desarrollo de frecuentes epizootias como consecuencia del estancamiento del agua y el deterioro de las redes de saneamiento de las ciudades, o el notable incremento de la contaminación del agua y el aire como consecuencia de los destrozos y escapes que se generan en las industrias, un problema que reviste hoy gravedad extrema, sobre todo, cuando la inundación afecta a núcleos urbanos e industriales.

No obstante, quizá convendría recordar que el principal agente de perjuicios de una inundación no es el agua, sino los grupos humanos, que desafían a la naturaleza, ocupando progresivamente y de modo permanente las llanuras de inundación, las cuales por definición se caracterizan por su alto grado de inundabilidad. Así, el ajuste fundamental frente a las inundaciones, que sería el abandono o la ocupación sólo coyuntural de estas llanuras, es el que menos suele practicarse, habiendo que recurrir a otros tipos de ajustes menos eficaces en la minimización del riesgo.

Estos ajustes son muy variados y pueden clasificarse en una primera aproximación con arreglo al objetivo que pretenden, surgiendo así cuatro grandes bloques de medidas: las orientadas a modificar la inundación, las que pretenden modificar la susceptibilidad a los daños, las que se orientan a modificar el peso de las pérdidas y las que se limitan a soportarlas sin hacer nada por evitarlo (cuadro 2.3). El primer bloque de medidas, orientado a modificar la inundación, puede a su vez dividirse en dos

subgrupos: las medidas de carácter estructural, que intervienen sobre los cauces y canales de desagüe, y las medidas de gestión o no estructurales, que intervienen sobre el conjunto de la cuenca vertiente.

Las primeras suponen el ajuste más aceptado de forma general y desde las épocas más remotas, a pesar de su elevado coste, el cual sin embargo se justifica en los casos de fuerte riesgo de inundación y en zonas de un uso muy intensivo del suelo y, por tanto, susceptibles de padecer muchos daños potenciales. Por otro lado, se trata de una medida que sirve a múltiples propósitos (abastecimiento de agua a las poblaciones, implantación de regadíos, producción de electricidad, etc.) lo cual amplía sus gamas de beneficios. El agente que emprende las medidas suele ser público en tanto que los beneficiarios son masivamente privados. Este hecho parece que contribuiría a fomentar la ocupación permanente de los lechos de inundación por el sentimiento de falsa seguridad creado, siendo ésta una de sus principales desventajas. Y no es inadecuado hablar de falsa seguridad, puesto que este tipo de obras de ingeniería nunca evitan las futuras inundaciones en un cien por cien, hecho del que son plenamente conscientes los ingenieros y técnicos, pero no así la población, en gran medida por el enorme aparato propagandístico que suele desplegarse a raíz de su realización para justificar los grandes desembolsos que suponen.

Junto a las anteriores pueden emprenderse también medidas no estructurales o de gestión, las cuales intervienen sobre el conjunto de la cuenca vertiente para modificar la respuesta de ésta a las elevadas precipitaciones. Entre estas medidas, que sintéticamente pueden denominarse como tratamiento de vertientes, destacan las que actúan sobre la vegetación, bien controlando las pérdidas que en ellas se producen (incendios forestales, desforestaciones, etc.), bien propiciando directamente su desarrollo a través de la reforestación. Al igual que las medidas estructurales, son emprendidas casi en su totalidad por el sector público aunque sus beneficios revierten masivamente en el sector privado. Es cierto, sin embargo, que son mucho menos costosas que las anteriores aunque, como contrapartida, resultan mucho menos eficaces en el control de las grandes inundaciones. Su papel se centra sobre todo en reducir algo la punta de la inundación o en retrasar el

CUADRO 2. 3.  
AJUSTES POSIBLES ANTE EL RIESGO DE INUNDACIÓN

| OBJETIVOS DE LAS MEDIDAS                 | TIPOS DE MEDIDAS  | MEDIDAS CONCRETAS  |
|--|---|--|
| MODIFICAR LA INUNDACIÓN                  | TRATAMIENTO DE CAUCES   | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Construcción de diques</li> <li>* Construcción de muros de contención</li> <li>* Mejora de los cauces</li> <li>* Construcción de embalses</li> <li>* Desviaciones de cauces</li> </ul>  |
|  | TRATAMIENTO DE VERTIENTES   | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Modificación de prácticas agrícolas</li> <li>* Abancalamientos</li> <li>* Control de abarrancamiento</li> <li>* Estabilización de riberas</li> <li>* Control de incendios forestales</li> <li>* Repoblación forestal</li> </ul>   |
|  | MODIFICACIÓN DEL TIEMPO ATMOSFÉRICO                                       |  |
| MODIFICAR LA SUSCEPTIBILIDAD A LOS DAÑOS | REGULACIÓN Y CAMBIOS DE USO DEL SUELO                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Planificación territorial</li> <li>* Normativas edificatorias</li> <li>* Renovación urbana</li> <li>* Regulación parcelaria</li> <li>* Adquisición gubernamental de tierras y propiedades</li> <li>* Nuevas localizaciones subvencionadas</li> </ul>                              |
|  | FLOODPROOFING   | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Cierre permanente de vanos bajos</li> <li>* Impermeabilización de interiores</li> <li>* Instalación de depósitos de viveres sobre ruedas</li> <li>* Cerrado de válvulas de la red de alcantarillado</li> <li>* Recubrimiento con plástico de la maquinaria</li> </ul>             |
|  | CAMBIOS ESTRUCTURALES   | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Uso de materiales impermeables en muros y basamentos</li> <li>* Control de filtraciones</li> <li>* Mantenimiento de la red de alcantarillado</li> <li>* Amarrado de la maquinaria</li> <li>* Buena cimentación de edificios</li> <li>* Elevación y relleno de terrenos</li> </ul> |
| MODIFICAR EL PESO DE LAS PÉRDIDAS        | SEGURO CONTRA INUNDACIONES<br>SUPRESIÓN DE IMPUESTOS<br>AYUDA AL DESASTRE | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Voluntaria</li> <li>* Privada</li> <li>* Ayuda gubernamental</li> <li>* Evacuación de personas y propiedades</li> <li>* Combatir la inundación</li> </ul>   |
|  | MEDIDAS DE EMERGENCIA   | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Control de operaciones</li> </ul>   |
| NO HACER NADA                            | SOPORTAR LAS PÉRDIDAS   |  |

Fuente: Beyer, J.L (1974)

- 48 tiempo de concentración en acontecimientos de pequeña o mediana magnitud, en los cuales sí pueden ser eficaces para reducir la escorrentía.

Por último, entre las medidas encaminadas a modificar la inundación puede mencionarse la consistente en la modificación del tiempo, la cual, sin embargo, goza aún de muy escaso desarrollo y posibilidades, presentando además el riesgo de intervenir sobre procesos atmosféricos aún no controlados en su totalidad y cuyas consecuencias pueden ser imprevisibles.

Dado que todas estas medidas nunca consiguen evitar las inundaciones en un cien por cien y dado que la ocupación de las llanuras de inundación es un hecho, hay que arbitrar medidas encaminadas a reducir la susceptibilidad a los daños en caso de su acaecimiento. Dos grandes grupos de medidas se inscriben en este bloque: las encaminadas a controlar y regular los usos del suelo en estas llanuras, y los cambios estructurales y medidas de *floodproofing*, destinadas a reducir los daños sobre personas y propiedades durante el desarrollo de la inundación. Ambas tienen un carácter eminentemente preventivo, aunque las primeras se basan en el abandono o la ocupación poco intensiva de las zonas dotadas de una mayor peligrosidad, mientras que las segundas parten de la asunción de esta peligrosidad y la combaten.

Las primeras proceden de la intervención estatal, la cual, con medidas legislativas y jurídicas, orienta a los usuarios (a veces induciéndolos y a veces forzándolos) en torno a las posibles dedicaciones de las áreas susceptibles de inundarse a fin de alentar un uso más eficiente y menos costoso de estas áreas. Supone ya, sin embargo, el inicio de una responsabilidad compartida entre estos usuarios y las autoridades. Su principal inconveniente es la exigencia que presenta de disponer de un conocimiento riguroso del riesgo de inundación existente en el espacio.

Por su parte, los cambios estructurales y medidas de *floodproofing* implican ya de lleno a los usuarios, que asumen así plena responsabilidad en el riesgo de inundación, sensibilizándose y aumentando su conocimiento sobre él. Esta sería su principal ventaja, contrarrestadora de algu-

nos inconvenientes, entre los que destacan su elevado coste cuando se trata de antiguas estructuras que hay que adaptar, su escasa virtualidad cuando se generan inundaciones de una gran magnitud y la exigencia previa de disponer de instrumentos eficaces de alarma y prevención. No obstante, pueden ser muy eficaces en inundaciones moderadas y poco duraderas.

A pesar de todas estas medidas, siguen produciéndose inundaciones y éstas continúan generando daños importantes sobre la población. Ante ello cabe emprender ciertas medidas para redistribuir el peso de las pérdidas. Un capítulo importante dentro de este bloque de medidas lo constituyen los sistemas de seguros contra inundaciones y la reducción de tasas e impuestos. Deben ir asociadas a una planificación general del territorio y a un conocimiento riguroso de los niveles de riesgo asignables a cada porción del espacio, pudiendo de otro modo generar graves responsabilidades civiles para las personas e instituciones encargadas de delimitar el territorio y fijar las correspondientes primas y tasas. Pero cuando estos requisitos se cumplen pueden ser muy útiles por suponer el grado más alto de sensibilización y concienciación hacia el desastre por parte de los ciudadanos, los cuales, al pagar las primas de seguros, asumen plenamente el riesgo que comporta la ocupación y uso de sus terrenos.

En el capítulo de las medidas paliativas se insertan las acciones de emergencia y asistencia destinadas a socorrer a los damnificados y a propiciar la rehabilitación. Son medidas muy costosas aunque no por ello menos extendidas; de hecho, las autoridades suelen considerarlas como uno de los ajustes más importantes a realizar y los ciudadanos las ven como indispensables, siendo además muy sensibles a sus menores deficiencias.

Y queda mencionar, por último, una forma de ajuste que puede suscitar la inundación: no hacer nada, soportar simplemente las pérdidas que ésta ocasiona. Hay que advertir, no obstante, que tal pasividad ante un desastre natural no suele ser frecuente en los países desarrollados. Parece que, como mínimo, precauciones tales como el respeto a los procesos del medio natural, el control de las obras antrópicas que puedan alterar esos procesos, y

la ocupación no intensiva de las llanuras de inundación deban ser piezas clave en el conjunto de estrategias de ajuste que se emprendan frente a las inundaciones, las cuales en su variedad encontrarán su mayor eficacia.

En relación con el riesgo de inundación en Andalucía la primera información y más genérica viene dada por el mapa de puntos conflictivos elaborado a escala nacional por el MOPU en su "Informe general sobre las inundaciones en España" (1983), en el cual aparecen para todo el territorio nacional un total de 1.398 puntos conflictivos, de los cuales algo más de la mitad implicarían pérdidas potenciales de vidas y haciendas, y el resto constituirían sólo una amenaza de tipo económico. De ellos, 316 (el 23% del total) aparecen ubicados en territorio andaluz y también en este caso aparece una distribución más o menos equitativa entre las amenazas puramente económicas y aquellas que ponen en peligro vidas humanas (cuadro 2.4). Dado que la superficie de Andalucía supone sólo el 17% del total nacional, el porcentaje de puntos conflictivos adquiere toda su dimensión.

Pero estos puntos conflictivos no están equitativamente distribuidos en el territorio; el mayor volumen corresponde a la cuenca del Guadalquivir (177), seguida de la cuenca Sur (121) y a gran distancia por la cuenca del Guadiana (18). No obstante, examinando esta distribución en términos relativos y considerando la extensión superficial de las distintas cuencas, los problemas más graves se encuentran en la cuenca Sur, que contabiliza cerca del 40% de los puntos conflictivos cuando sólo supone el 21% de la superficie. La cuenca del Guadalquivir aparece mejor dotada en este sentido, disponiendo de aproximadamente un 70% del territorio y contabilizando sólo un 56% de los puntos conflictivos. Por último, en la

cuenca del Guadiana es donde se hacen sentir menos estos problemas suponiendo sus 18 puntos conflictivos sólo un 6% de los registrados en toda Andalucía.

Así pues, las inundaciones, aunque presentes en todo el territorio andaluz, constituyen sobre todo un problema grave en la cuenca Sur y, más concretamente, puede afirmarse que los problemas se concentran esencialmente en el dominio mediterráneo y sudeste de la región (figura 2.18). A excepción de algunos enclaves de la costa atlántica y de las áreas de peligrosidad ubicadas en la gran arteria fluvial de la región: el Guadalquivir, la mayoría de los puntos conflictivos de la misma se sitúan, bien en la cuenca Sur, bien en las inmediaciones de ésta, dentro ya de la cuenca del Guadalquivir. Las cadenas Béticas y los afluentes del Guadalquivir por la izquierda —esencialmente el Genil— prolongan el gran foco de peligrosidad que se ubica en el Mediterráneo oriental y configuran a toda el área sudeste de la región como el ámbito más impactado por las inundaciones. En el polo opuesto aparece el norte de la región, los afluentes del Guadalquivir por la derecha, en los cuales los problemas derivados de las inundaciones apenas tienen relevancia.

Observando más de cerca los focos de peligrosidad y jerarquizándolos en función de su intensidad se puede apreciar mejor cómo es el sector sudeste el que protagoniza el riesgo de inundación en Andalucía (figura 2.19). De los enclaves dotados de máxima peligrosidad sólo cuatro se ubican en la cuenca del Guadalquivir y de ellos los focos esenciales (el río Genil en las inmediaciones de Granada y el río Salado de Priego de Córdoba) se sitúan precisamente como prolongación del gran sector de peligrosidad constituido por la zona oriental de la cuenca Sur. Es esta zona la que acapara la casi totalidad de los enclaves

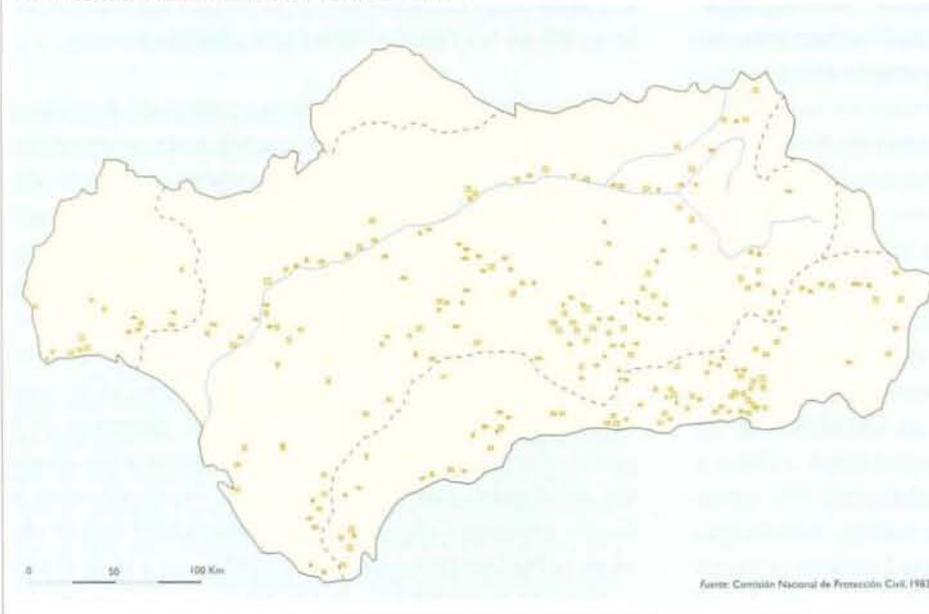
CUADRO 2.4.  
PUNTOS CONFLICTIVOS POR INUNDACIÓN EN ANDALUCÍA

| PUNTOS CONFLICTIVOS               | ESPAÑA | ANDALUCÍA | % RESPECTO A ESPAÑA | CUENCA GUADIANA ANDALUCÍA | % RESPECTO A ANDALUCÍA | CUENCA GUADALQUIVIR | % RESPECTO A ANDALUCÍA | CUENCA SUR | % RESPECTO A ANDALUCÍA |
|-----------------------------------|--------|-----------|---------------------|---------------------------|------------------------|---------------------|------------------------|------------|------------------------|
| TOTALES                           | 1.398  | 316       | 22,6                | 18                        | 5,7                    | 177                 | 56                     | 121        | 38,3                   |
| CON PÉRDIDAS DE VIDAS Y HACIENDAS | 765    | 157       | 20,5                | 15                        | 9,6                    | 93                  | 59,2                   | 49         | 31,2                   |
| CON PÉRDIDAS EN HACIENDAS         | 633    | 159       | 25,1                | 3                         | 1,9                    | 84                  | 52,8                   | 72         | 45,3                   |

FUENTE: Comisión Nacional de Protección Civil: "Las inundaciones en España. Informe general". Madrid, 1983.

50

FIGURA 2.18.  
PUNTOS CONFLICTIVOS POR INUNDACIONES



Los puntos conflictivos por inundaciones no presentan una distribución aleatoria ni azarosa sobre el territorio andaluz, sino que tienden a concentrarse en los pequeños cauces que componen la cuenca Sur, en los afluentes del Guadalquivir por la izquierda, no lejos de esta misma cuenca Sur y, en menor medida, en el propio Guadalquivir.

más peligrosos de la región, situados en las provincias de Granada y Almería, todos ellos al este del término municipal de Almuñécar y concentrados esencialmente en torno a los ríos Guadalfeo, Adra, Andarax y Almanzora.

Las razones que explican esta distribución de la peligrosidad son claras. En el sector sudeste de la región, todos los factores del medio físico contribuyen a intensificar el fenómeno de las inundaciones. En primer lugar, las condiciones de la red de drenaje, una red muy densa pero a la vez muy poco jerarquizada, que se traduce en los índices de torrencialidad más altos de la región y en el predominio de pequeñas cuencas que fragmentan todo el conjunto en un minucioso mosaico. Así, las cuencas relativamente extensas y jerarquizadas en torno a un río principal más o menos constante son muy escasas en esta zona, y lo que predominan son las cuencas medias con drenaje estacional y, sobre todo, las muy pequeñas y constituidas básicamente por arroyos y ramblas que sólo funcionan en momentos de lluvias torrenciales. Son además cuencas predominantemente redondeadas y con isocronas convergentes en el colector principal, lo que agudiza la brutalidad de la avenida.

A ello hay que añadir las fuertes pendientes longitudinales de los ríos y arroyos, que en las cabeceras pueden sobrepasar el 40% y que se acompañan, sin embargo, de zonas muy llanas y fluviodeltaicas en las desembocaduras. Esta alternancia de pendientes bruscas en las cabeceras y cuencas altas de los ríos, y zonas llanas de sedimentación en la desembocadura otorga a ésta última una fuerte susceptibilidad frente a las inundaciones.

Por otro lado, son las propias inundaciones las que contribuyen al mantenimiento de las llanuras fluviodeltaicas con el aporte continuo de sedimentos procedentes de la erosión de las cuencas altas; una erosión que es intensísima en función de la torrencialidad de las precipitaciones y de la escasa protección que el suelo recibe por parte de la raquítica cubierta vegetal, hasta el punto de admitirse una carga sólida en las avenidas del sudeste de un 40% del volumen total de las mismas. Estos valores alcanzan su máxima representatividad en el caso de las ramblas, que son casi exclusividad del dominio oriental de la cuenca Sur y que constituyen la evidencia más clara de su susceptibilidad frente a las inundaciones, potenciándolas además por su morfología plana una vez que están constituidas.

FIGURA 2.19.  
ÁREAS DE PELIGROSIDAD POR INUNDACIONES



Cuando a los focos de peligrosidad por inundaciones se les atribuye un matiz jerarquizador, se pone aún más claramente de manifiesto la concentración del peligro en el ámbito sudeste de la región, que es el que concentra el máximo de áreas dotadas de peligrosidad elevada.

Todas estas condiciones, que alcanzan plena vigencia en sector oriental de la cuenca Sur, son aplicables también a la margen izquierda del Guadalquivir en este mismo tramo. En él, por la surrección general que ha sufrido la zona, existe una red hidrográfica muy vigorosa, densa y frecuentemente encajada por la fuerte erosionabilidad del suelo y la escasa protección de la cubierta vegetal, fenómeno que se hace especialmente patente en las depresiones intrabéticas. Por otro lado, ambas zonas tienen en común el hecho de adolecer de una escasa regulación artificial de las cuencas por los numerosos problemas en ellas existentes para la construcción de embalses, con lo cual la mayoría de los cauces quedan a expensas de una regulación natural que sólo en algunos casos se ve propiciada por la elevada permeabilidad de las cabeceras.

A estas condiciones generales hay que añadir, como factor potenciador y generador de inundaciones, la existencia de unas precipitaciones torrenciales que, si bien no son las más intensas de la región en términos absolutos (figura 2.20), si lo son en términos relativos y cuando se ponen en relación con los comportamientos pluviométricos habituales. Así, en el resto de la región los valores me-

dios de precipitación máxima en 24 horas suponen aproximadamente un 10% de las lluvias medias anuales respectivas; en Málaga este valor se eleva al 13,4% y en Almería llega a superar el 25%. Por su parte, las máximas absolutas registradas representan un 15 o un 20% de las precipitaciones medias anuales en el conjunto de la región; en Málaga el porcentaje se eleva al 36,6% y en Almería se supera ampliamente el 75% (cuadro 2.5).

Así pues, nos encontramos en una zona en la que un medio conformado por la exigüidad pluviométrica y consecuentemente muy árido, debe soportar episódicamente el acaecimiento de lluvias torrenciales de extraordinaria intensidad que difícilmente puede absorber, generándose así las devastadoras inundaciones que ocasionalmente experimenta la zona. De hecho, se calcula que el umbral necesario para el funcionamiento de las ramblas es de 100 mm en 24 horas (Durán Valsero y Lamas Romero, 1985). Pues bien, como puede apreciarse en la figura 2.20, este fenómeno sucede por término medio en la zona una vez cada 10 años, y en los 75 años comprendidos entre 1900 y 1975 se han consignado 37 ocasiones en las cuales alguna o varias estaciones del sudeste español sobrepasó este umbral.

## EL ESTADO DEL CONOCIMIENTO EN TORNO AL RIESGO DE INUNDACIÓN EN ANDALUCÍA

En el caso de las inundaciones nos encontramos con una mayor profusión de documentos que en la mayoría de los restantes riesgos, sin duda porque se trata del desastre que mayores impactos genera en Andalucía (IGME, 1988 a). Entre estos documentos, los más elaborados son los realizados por la Comisión Técnica de Emergencia por Inundaciones, una Comisión que se creó en mayo de 1983 a instancias de la Comisión Nacional de Protección Civil con la finalidad de identificar y clasificar las zonas españolas habitualmente castigadas por las inundaciones y de determinar las medidas correctoras y preventivas más idóneas para reducir en ellas el riesgo de inundación.

La importancia del trabajo asignado y su complejidad determinaron el carácter pluridisciplinar de la Comisión, compuesta por numerosos y variados organismos públicos. Entre ellos destacan el entonces Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (MOPU) a través de la Dirección General de Obras Hidráulicas y el Centro de Estudios Hidrográficos, el Ministerio de Administración Territorial, y el Ministerio del Interior. Al primero de ellos correspondió la realización de los estudios técnicos encaminados a detectar las zonas de riesgo, sus causas y las medidas de lucha contra él. El Ministerio de Administración Territorial se ocupó de recopilar y analizar las disposiciones jurídicas y legales existentes en relación con el tema. Por último, el Ministerio del Interior se ocupó de la elaboración de un plan base de protección frente a las inundaciones.

De cara al conocimiento del riesgo de inundación en Andalucía nos interesa esencialmente el trabajo encomendado al MOPU, el cual se organizó en tres fases sucesivas de las que las dos primeras están ya concluidas, quedando por realizar la última de ellas. La primera fase del trabajo se tradujo en la elaboración de un informe general previo en torno a la situación actual del país con respecto al riesgo de inundación ("Las inundaciones en España. Informe general", octubre 1983). Este informe, además de recoger en un documento global los puntos conflictivos por este criterio, redactó una metodología sobre los procedimientos existentes para prevenir y reducir los daños ocasionados por las inundaciones, y definió el programa de actividades para la realización de los trabajos posteriores. Supone, pues, una primera toma de contacto con el tema y la base fundamental sobre la cual habrían de realizarse los trabajos futuros, desarrollados a escalas mucho más detalladas y precisas.

Con el instrumento ofrecido por este informe se pasó a la realización de la segunda fase del trabajo, en la cual se abordó el análisis del riesgo de inundación en las distintas cuencas hidrográficas que componen el país, comenzando por cuatro cuencas piloto (entre ellas estaba la cuenca del Sur) seleccionadas en función de la alta frecuencia y magnitud alcanzada en ellas por las inundaciones. En cada una de las cuencas se abordaron sucesivamente tres temas clave:

a) El análisis de las inundaciones históricas registradas en su territorio, para lo cual se utilizaron periodos del orden de los 500

años, lo que permitió identificar las áreas en las cuales los problemas derivados de las inundaciones eran más acuciantes.

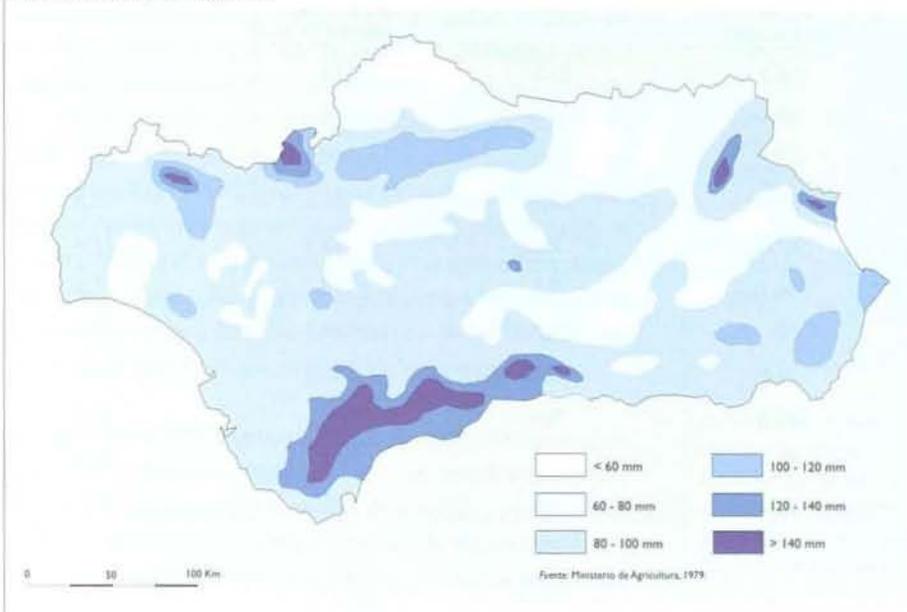
b) La cartografía de las áreas dotadas de riesgo potencial de inundación y su jerarquización. Ello implicaba la localización previa de dichas áreas, para lo cual se utilizó como fuente fundamental de trabajo la aportación ofrecida por el estudio de las inundaciones históricas además de otro tipo de informaciones, tales como la localización de los puntos conflictivos establecida por la Dirección General de Obras Hidráulicas en su informe general, los valores de los parámetros hidrológicos de las cuencas en que se disponía de ellos, las condiciones de uso y estado del terreno que se obtuvieron tras la observación del mismo, etc. Además, una vez localizadas las áreas, se hacía necesario analizar en ellas el comportamiento de los dos componentes básicos del riesgo de inundación: la frecuencia de acaecimiento de las inundaciones, que definiría el grado de peligrosidad de las distintas áreas, y los daños esperables en caso de tal acaecimiento, siendo la consideración conjunta de ambos componentes la que definió el nivel de riesgo asignado a cada área y, en consecuencia, la jerarquización de éstas.

c) Por último, en la tercera etapa de esta segunda fase, se procedió a seleccionar las acciones y métodos más oportunos en cada caso para prevenir y reducir los daños derivados de las inundaciones, lo cual exigió una observación muy detallada del terreno al objeto de adecuar las medidas de actuación a los problemas concretos que en cada caso se presentaban.

Con ello quedaba completada la segunda fase del trabajo, que ofrecía una panorámica general del problema de las inundaciones en todo el país, pero con suficiente grado de detalle como para poder ubicar las áreas prioritarias de actuación y como para iniciar con una sólida base la tercera y última fase, destinada a la planificación de actuaciones específicas en aquellas áreas que así lo exigieran. Esta tercera fase supondría la elaboración de un plan de actuaciones específicas para cada zona (obras, instalaciones, procedimientos de gestión y de emergencia, etc.) para lo cual habría que partir de datos y estudios muy concretos en estas zonas y con un nivel de detalle muy superior al empleado en las fases anteriores.

En la actualidad, se han terminado ya las dos primeras fases del trabajo, pero no tenemos conciencia de que se esté desarrollando la tercera, probablemente por el enorme trabajo que esta tarea implicaría. Por otro lado, tampoco se han difundido suficientemente las fases anteriores, de forma tal que el único documento que ha recibido suficiente difusión y que es, en consecuencia, bien conocido, es el informe previo relativo a los puntos conflictivos por inundación en España. Sería deseable que los trabajos se reanudaran o que, al menos, se difundieran suficientemente los ya realizados, dado que constituyen un buen punto de partida para el conocimiento detallado del riesgo de inundaciones en toda España e incluso para la toma de medidas de ajuste frente a él.

FIGURA 2.20.  
INTENSIDADES DIARIAS DE PRECIPITACIÓN ESPERABLES EN ANDALUCÍA PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS



Las precipitaciones más intensas en Andalucía se producen en las áreas de montaña en las que se registran además las precipitaciones medias anuales más cuantiosas, tales como el Campo de Gibraltar, Sierra de Grazalema, Serranía de Ronda y ámbitos circundantes. Pero también son muy elevadas en ciertos enclaves almerienses y granadinos, sobre todo, si se ponen en relación con los totales de precipitación habituales en estas áreas, que son extraordinariamente escasos. Ello incrementa, lógicamente, sus impactos negativos.

Frente a este panorama descrito para el ámbito sudeste de la región, la zona norte de la misma, drenada por los afluentes de la margen derecha del Guadalquivir, goza de unas condiciones mucho más propicias en relación con las inundaciones. Esta zona presenta una red de drenaje muy densa, organizada y jerarquizada, como corresponde a la antigüedad de su instalación y a la elevada escorrentía que le proporcionan sus fuertes lluvias y sus materiales impermeables. Es, en consecuencia, una zona dotada de abundantes caudales superficiales, aunque no por ello proclive a los desbordamientos dada la multitud de factores que contribuyen a atenuar las manifestaciones paroxísmicas de los caudales.

Entre ellos destacan el tamaño de sus cuencas y su morfología predominantemente alargada que contribuyen a laminar las avenidas, permitiendo la evacuación progresiva de las aguas, fenómeno al que también contribuyen las escasas pendientes de los perfiles longitudinales de los ríos. Por otro lado, la densa cubierta vegetal existente en ellas reduce y regulariza los valores de escorrentía superficial, atenuando además extraordinariamente la erosión, ya de por sí reducida en función de la dureza de los materiales y

los aportes sólidos de los caudales. Todo ello, junto a la menor irregularidad y torrencialidad de las precipitaciones, determina la existencia en esta zona de una problemática mucho más reducida en relación con las inundaciones. Si a ello añadimos el elevado nivel de regulación artificial que caracteriza a toda el área, podemos comprender que se constituya en el conjunto espacial menos susceptible ante las avenidas de toda la región.

Entre ambas situaciones extremas se encuentran los demás conjuntos espaciales, en los cuales la acción intensificadora de las inundaciones ejercida por algunos factores del medio físico se ve contrarrestada por la acción suavizadora de otros. Es el caso del sector occidental de la cuenca Sur, que comparte numerosos caracteres del medio físico con el sector oriental y, en ese sentido, adolece también de un elevado riesgo de inundación, pero en el cual, una abundante cubierta vegetal, la presencia en las cabeceras de los ríos de algunos acuíferos kársticos de importancia y una regulación artificial mínimamente implantada, permiten atenuar en alguna medida ese nivel de riesgo. Sería también el caso de los tributarios de la margen izquierda del Guadalquivir, que parti-

54 CUADRO 2.5.  
INTENSIDAD RELATIVA DE LA PRECIPITACIÓN EN ANDALUCÍA

| ESTACIONES         | P. MEDIA ANUAL MMS | P. MÁXIMA DIARIA MEDIA MMS | %    | P. MÁXIMA DIARIA ABSOLUTA MMS | %    |
|--------------------|--------------------|----------------------------|------|-------------------------------|------|
| ALMERÍA            | 219,5              | 56,3                       | 25,6 | 173                           | 78,8 |
| MÁLAGA             | 505,9              | 68,1                       | 13,4 | 185                           | 36,6 |
| GRANADA            | 401,3              | 37,7                       | 9,3  | 64,3                          | 16   |
| CAZORLA            | 802,4              | 83,8                       | 10,4 | 138,6                         | 17,3 |
| CÓRDOBA            | 651,2              | 47,2                       | 7,2  | 113,5                         | 17,4 |
| TABLADA            | 587                | 56,1                       | 9,5  | 103,1                         | 17,6 |
| TARIFA             | 744,2              | 80                         | 10,7 | 154,5                         | 20,8 |
| SAN FERNANDO       | 594,4              | 14,8                       | 9,2  | 140,5                         | 23,6 |
| GRAZALEMA          | 2.238              | 187,8                      | 8,4  | 348,6                         | 15,6 |
| CABEZA DE VACA     | 86                 | 66                         | 7,7  | 100                           | 11,6 |
| VILLANUEVA DEL REY | 636                | 61,2                       | 9,6  | 95,5                          | 15   |

cipan en las cabeceras de los caracteres apuntados para la cuenca Sur, compartiendo con ella riesgos elevados de inundación, pero que atenúan ese riesgo en su avance hacia el Guadalquivir gracias sobre todo a la reducción de las pendientes longitudinales de los ríos y a la fuerte permeabilidad que caracteriza a los materiales en este dominio.

De cualquier forma, el medio físico andaluz determina que ninguno de sus ámbitos se vea exento del riesgo de inundación y que en cualquiera de ellos puedan encontrarse enclaves concretos en los que este riesgo llegue a ser muy elevado.

Por desgracia, los últimos años han sido un buen ejemplo de esta afirmación. El año hidrológico 1989-90 registró un comportamiento característico de los paroxismos mediterráneos, con lluvias muy intensas y violentas, sobre todo durante el otoño, que provocaron desbordamientos de numerosos cauces en toda la región. Merece destacarse, sin embargo, el desbordamiento del Guadalhorce, que provocó destrozos incalculables en Málaga, sin duda la ciudad más dañada como consecuencia de estos episodios catastróficos. Tras un periodo de sequías pertinaces, que se prolongan hasta el año 1995, las inundaciones vuelven a azotar a la región durante los años hidrológicos 1995-96 y

1996-97. Durante estos años, el comportamiento pluviométrico es muy diferente al registrado en el año 1989-90. Ahora no se trata de la aparición de episodios aislados de lluvias violentas, se trata más bien de lluvias continuadas que se prolongan a lo largo de todo el año y que consiguen rebasar la capacidad del medio y de la sociedad para soportarlas sin conmoción. Las grandes inundaciones devastadoras no son ahora el impacto más frecuente, pero a lo largo de ambos años no pararán de registrarse perjuicios en la agricultura, en las edificaciones de todo tipo y, sobre todo, en las infraestructuras, especialmente las viarias, que sufrirán gravísimos daños en toda la región como consecuencia de los continuos deslizamientos de terreno que tienen lugar.

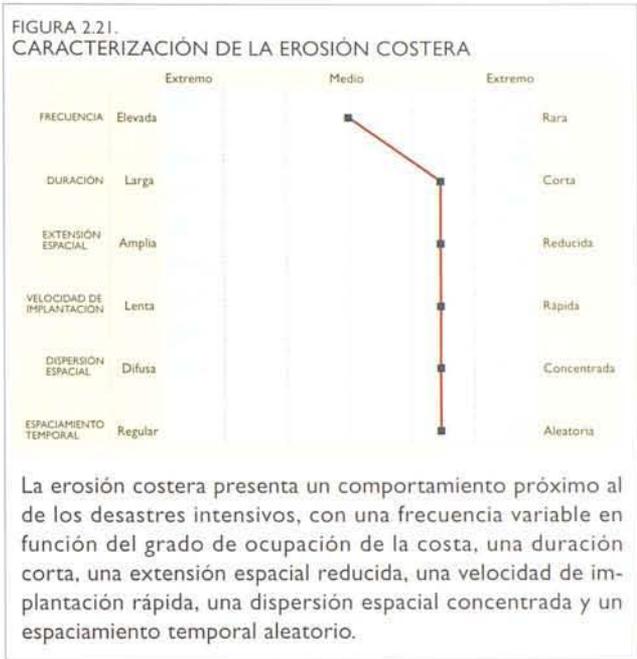
No se asume mucho riesgo de error si se afirma que las inundaciones constituyen el desastre más importante de la región. Su extensión espacial no es nada desdeñable, pero además su dispersión hace que de una u otra forma sea toda la comunidad la que tenga que experimentar los impactos, los cuales se caracterizan por su gran brutalidad y diversidad. Si a ello añadimos la elevada frecuencia con que estos eventos se registran en la región, podemos comprender que constituya uno de los riesgos más temidos y aquél que genera un mayor volumen de pérdidas en la comunidad.

**2.2.3. La erosión costera**

La erosión costera se concibe como un riesgo natural, en tanto en cuanto ésta en sus actuaciones extremas llega a afectar a zonas ocupadas permanentemente por el hombre, causando destrozos en construcciones e infraestructuras. Dos rasgos existentes en los espacios costeros contribuyen a que estos fenómenos se produzcan con una frecuencia mucho mayor de la deseable: por un lado, la gran variabilidad y dinamismo existentes en estos dominios y, por otro lado, la intensa ocupación humana a que se ven sometidos, la cual, además, en la mayoría de los casos suele interferir en esta variabilidad natural.

Los agentes fundamentales del dinamismo de las costas son, entre otros, las mareas y las olas, éstas últimas poniendo en juego enormes niveles de energía y movilizand o en estos espacios cantidades ingentes de depósitos. Estos depósitos proceden de los sedimentos aportados por los ríos en su desembocadura y de la erosión de promontorios rocosos, y son transportados con dos direcciones predominantes: una primera dirección, controlada por las olas incidentes, que se dispone de forma perpendicular a la costa, y una segunda, paralela a la costa, debida a las corrientes inducidas por el oleaje, a la deriva litoral.

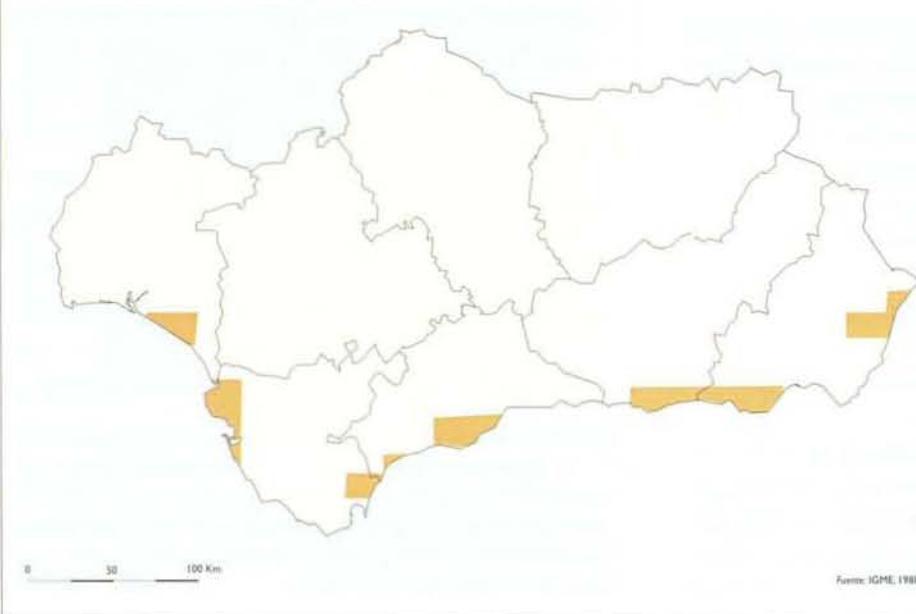
La deriva litoral se genera cuando las olas inciden oblicuamente a la costa, oblicuidad que propicia una componente de traslación paralela a la orilla en el movimiento de vaivén del agua. No es, pues, una corriente en sentido estricto, sino un efecto de arrastre por las olas sucesivas. En cualquier caso, determina la aparición en la costa de unas zonas en las que predomina la erosión de los materiales y otras en las que predomina la acumulación. En el primer caso, la anchura de la playa evoluciona hacia una reducción continua, generándose así una playa regresiva. La regresión es especialmente acentuada y rápida cuando la llegada de depósitos hasta la playa por los cauces fluviales se interrumpe o debilita, bien por causas naturales (sequías), bien por causas artificiales (por ejemplo, la construcción de embalses que retengan los depósitos en las cabeceras de las cuencas). En el segundo caso, cuando predomina el proceso de acumulación se configura una playa progresiva, en la cual la anchura va aumentando paulatinamente. En consecuencia, la deriva litoral intro-



La rambla de Albuñol, intensamente intervenida y antropizada durante las inundaciones catastróficas que en 1973 afectaron a todo el sureste español. Foto: Juan José Durán Valsero.

56

FIGURA 2.22.  
PELIGROSIDAD POR EROSIÓN COSTERA



La peligrosidad por erosión costera en Andalucía no es demasiado elevada cuando se analiza en amplios espacios o cuadrículas, pero sí presenta problemas puntuales de importancia, que se agravan, además, por la intensa ocupación antrópica que la costa presenta y por las continuas obras de ingeniería que en ella se realizan.

duce ya un primer elemento de variabilidad y dinamismo en la anchura de las playas, que habrá de ser tenido en cuenta a la hora de ordenar estos espacios litorales, especialmente, en los tramos costeros regresivos, en los cuales los fenómenos de erosión catastrófica tienen mayores probabilidades de generarse.

Por su parte, las olas, al movilizar grandes cantidades de energía, están dotadas de una fuerte capacidad erosiva en dirección normal a la costa, la cual se hace especialmente intensa durante los temporales. Éstos hacen coincidir la existencia de olas de grandes longitudes de onda con apilamientos de enormes cantidades de agua sobre la costa como consecuencia de la bajada de presión, lo que determina que el oleaje pueda alcanzar las zonas altas de la playa, produciendo en ellas una erosión muy intensa. Los sedimentos procedentes de esta acción erosiva serán arrastrados hacia el mar por las corrientes de resaca cuando el agua apilada en la costa regresa mar adentro. Así, la frecuencia e intensidad de los temporales en una determinada costa se convierten en un segundo factor y fundamental de la variabilidad natural de las playas, pudiendo afectar dicha variabilidad, tanto a las playas progresivas como a las regresivas.

Por todo ello, resulta obligado mantener las construcciones lo suficientemente alejadas de la línea de costa como para garantizar su seguridad incluso con ocasión de grandes temporales, siendo especialmente importante la protección de las reservas de arena existentes en la playa, tales como los complejos dunares, los cuales constituyen los depósitos que el oleaje moviliza en estas ocasiones de máximo poder erosivo. En ausencia de estas reservas de arena será la propia base de los edificios la que experimente tal poder.

Se trata de un desastre predominantemente intensivo, si bien no suele generar pérdidas de vidas humanas, afectando solo a los inmuebles e infraestructuras que ocupan la zona litoral (figura 2.21).

Las medidas de ajuste más eficaces, por no decir las únicas eficaces, para luchar contra este tipo de riesgo son las derivadas de la ordenación del territorio y, en concreto, aquellas encaminadas a evitar las construcciones en las proximidades de la línea de costa. Afortunadamente, tras la promulgación de la Ley de Costas, tales medidas han de implantarse por imperativo legal, con lo cual es previsible que en el futuro disminuyan las pérdidas por

este concepto. De cualquier forma, hay que tener en cuenta que la Ley llega en un momento en que ya buena parte del litoral está densamente ocupado, con lo cual a estas medidas se añaden habitualmente otras de carácter estructural encaminadas a controlar el poder erosivo del mar (construcción de espigones, diques de contención, etc.). Hay que advertir, no obstante, que estas medidas, además de ser en muchos casos totalmente ineficaces, tienen el inconveniente de desencadenar efectos no previstos en otros lugares de la costa, con lo cual deberían emprenderse con la máxima prudencia.

Para la exposición de este riesgo en Andalucía se partirá del mapa de peligrosidad por este concepto elaborado por el IGME (1988 a) e inspirado en los "Estudios de la Dinámica Litoral de las Costas Españolas" elaborados por el Laboratorio de Puertos de la Dirección General de Puertos y Costas del MOPTMA. Estos trabajos consisten en una descripción de los distintos tramos del litoral español, incidiendo en sus características litológicas y dinámicas, así como en la evaluación de los procesos de crecimiento y erosión que en ellos se dan.

Con arreglo a este mapa (figura 2.22) no puede hablarse de un panorama especialmente grave para el conjunto del litoral andaluz, el cual en su mayor parte se ve afectado por una peligrosidad calibrada como baja (costas arenosas con retrocesos de 0 a 0,5 m/año o costas acantiladas con retroceso erosivo ligero con incidencia baja) o moderada (costas arenosas con retrocesos de 0,5 a 1 m/año o costas acantiladas con retroceso erosivo apreciable y frecuentes inestabilidades), sin que se indiquen en ningún caso situaciones de peligrosidad alta (costas arenosas con retroceso de más de 1 m/año o costas acantiladas con retroceso erosivo muy acusado y con destrucción importante del mismo). No obstante, conviene señalar que, al generalizar la peligrosidad para cuadrículas grandes, se están suavizando sus valores y se están desdibujando las situaciones puntuales de alta peligrosidad existentes en la costa, las cuales, además, dada la importancia que el litoral tiene para Andalucía tanto desde el punto de vista económico como de la ocupación humana, constituyen un gran riesgo, no sólo para los asentamientos, sino también para las actividades económicas. De hecho, en los últimos años, en los cuales los temporales se han dejado sentir con

fuerza y elevada frecuencia en nuestras costas, los destrozos en edificios e infraestructuras han sido muy abundantes en numerosos tramos del litoral.

Sin duda son las playas regresivas las que tienen mayores probabilidades de registrar estos fenómenos, si bien es cierto que no es siempre fácil identificar tales playas dado el enorme dinamismo que caracteriza a las costas, el cual determina cambios importantísimos en sus tendencias como consecuencia de la realización de obras de ingeniería, a veces incluso no muy importantes.

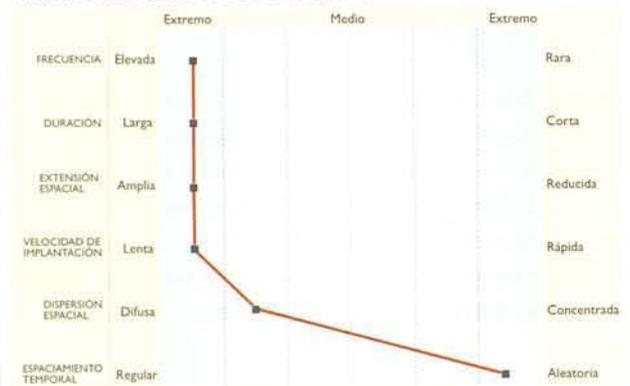
## 2.3. LOS RIESGOS METEOROLÓGICOS

En estos riesgos son los fenómenos atmosféricos los que adquieren el protagonismo básico, si bien en algunos de ellos intervienen también otras envolturas planetarias (es el caso de la cubierta vegetal en relación con los incendios forestales), y en muchos resulta especialmente destacable la participación humana, lo cual sería aplicable sobre todo a las sequías y los episodios prolongados de contaminación atmosférica. Los restantes riesgos considerados (granizo, vientos violentos y heladas) son de naturaleza estrictamente climática y en ellos el hombre sólo interviene en la medida en que sufre sus impactos.

### 2.3.1. La sequía

La sequía se puede definir como un déficit de precipitaciones lo suficientemente intenso y prolongado como para generar impactos negativos sobre la sociedad que la padece. La sequía se define, pues, en relación con las condiciones habituales de aporte de agua y, más concretamente, como una anomalía pluviométrica negativa respecto a esas condiciones. Es precisamente este carácter anómalo de la situación el que genera los impactos negativos sobre la sociedad, dado que ésta, de modo general, adecúa sus actividades y sus usos del suelo a las condiciones habituales de abastecimiento, resultando la quiebra del funcionamiento del sistema cuando tales condiciones no pueden cumplirse. En consecuencia, hay que establecer una diferencia clara entre la aridez, que alude a condiciones permanentes de escasez de agua, y la sequía, que

FIGURA 2.23.  
CARACTERIZACIÓN DE LAS SEQUÍAS



La sequía es el prototipo de los desastres penetrantes. Su frecuencia es elevada, su duración muy larga (de muchos meses a varios años en nuestros medios), su extensión espacial muy amplia (puede afectar a toda la región o a buena parte de ella), su velocidad de implantación muy lenta, su dispersión espacial difusa y su espaciamiento temporal aleatorio.

hace referencia a una coyuntura más o menos prolongada de déficit dentro de un contexto de aportaciones satisfactorias.

Se trata de un riesgo que resulta impactante, no tanto por su carácter intrínsecamente dañino, cuanto por su carácter anómalo y su ruptura de los ritmos pluviométricos habituales, de ahí que cada lugar concreto tenga su peculiar umbral de sequía. Un umbral que se sitúa en el momento en que los déficit de agua comienzan a generar impactos en la sociedad y un umbral que, por lo tanto, es más de responsabilidad social que de responsabilidad puramente climática. En efecto, el umbral de sequía se sitúa en el momento en que las disponibilidades de agua con que cuenta la sociedad comienzan a ser insuficientes para satisfacer los consumos que esta misma sociedad realiza. Ahora bien, tanto los consumos como las disponibilidades son de estricta responsabilidad social. Cada sociedad, en la organización de su vida colectiva, determina los consumos de agua que va a necesitar, pero además determina también las disponibilidades, en virtud del carácter almacenable, trasvasable y regulable que el agua tiene en tanto que fluido material. Por eso, una buena organización socioeconómica, que propicie un balance consumos/aportes favo-

nable a estos últimos y que respete unos márgenes de seguridad suficientes como para hacer frente a coyunturas hídricas deficitarias, experimentará un reducido riesgo de sequía, en tanto que, en caso contrario, el riesgo será elevado y el umbral se rebasará con frecuencia. Por ello, se ha podido afirmar que la sequía como riesgo natural tiene un carácter, no tanto climático, cuanto socioeconómico, constituyéndose en una muestra de la vulnerabilidad social ante los déficit pluviométricos.

Es indudable, sin embargo, que hay caracteres climáticos que contribuyen a incrementar el riesgo de sequía y que dificultan la tarea de gestión satisfactoria del agua. Entre estos caracteres merecen destacarse, por un lado, la irregularidad pluviométrica interanual y, por otro, la persistencia de las situaciones deficitarias en agua. Una elevada irregularidad pluviométrica determina la existencia sucesiva de periodos lluviosos y secos y exige, en consecuencia, importantes obras de regulación que permitan disponer de excedentes hídricos en los momentos de déficit. Cuando, además, los periodos secos están dotados de una elevada persistencia y tienden a constituirse en secuencias secas muy prolongadas, esta exigencia de regulación se acrecienta si se pretenden evitar los impactos negativos de la sequía. En consecuencia, los medios dotados de precipitaciones irregulares y con altos niveles de persistencia en su comportamiento pluviométrico, serán medios proclives a la aparición de sequías prolongadas y estarán dotados de una alta peligrosidad por este concepto. Ahora bien, el riesgo de sequía y los impactos que ésta comporta estarán en función, además y sobre todo, de la gestión del agua que la sociedad realice en ese medio: embalses y obras de regulación, redes de abastecimiento, balance consumos/disponibilidades, etc.

Ello explica que a pesar del carácter estacionario de las precipitaciones (variables, pero sin tendencia al aumento ni la disminución), el riesgo de sequía experimentado en un lugar varíe de unas épocas a otras al ritmo marcado por las propias variaciones socioeconómicas, siendo por tanto el umbral de sequía un umbral cambiante en el tiempo. Ello explica, además, que los impactos y la vulnerabilidad frente a la sequía tengan una variabilidad espacial muy superior a las propias variaciones espaciales registradas por la precipitación. Así, no es infrecuente que dos

municipios próximos y con un volumen pluviométrico similar experimenten impactos muy diferentes ante la sequía en función de su peculiar gestión del agua.

Se trata del desastre penetrante por excelencia (figura 2.23), lo cual le otorga cierta peculiaridad, que se refleja también en los "impactos" que genera. No hay que olvidar que estamos ante un desastre que no resulta dañino *per se* ni por el despliegue de enormes niveles de energía, sino por su carácter inhabitual y anómalo en el espacio o en el tiempo. Ello motiva que no todos los sectores de actividad sean igualmente vulnerables a ella; de hecho, cada sector, en función de sus particulares necesidades de agua en cantidad, calidad o ubicación temporal, puede experimentar la situación de sequía en un momento determinado. En este sentido, habría que distinguir al menos dos tipos de sequías diferentes: la sequía agrícola o, más genéricamente, la sequía experimentada por los sectores que carecen de regulación de agua para su uso, y la sequía hidrológica, que englobaría al resto de los sectores de actividad. En el primer caso, se incluyen la agricultura, la ganadería y la producción forestal, que en todos los casos se abastecen del agua precipitada y almacenada en el propio suelo, que es aquí el único reservorio. Eso otorga a estos sectores una gran dependencia espacio-temporal del devenir de la precipitación. Por el contrario, los restantes sectores de actividad, tales como la industria, la agricultura de regadío, el consumo urbano, los usos turísticos, etc. dependen para su abastecimiento del agua almacenada en los embalses y acuíferos subterráneos. El carácter plurianual que ambos tipos de reservorios presentan otorga a estos sectores una mayor independencia respecto al comportamiento de la precipitación, siendo en ocasiones capaces de soportar situaciones relativamente prolongadas de déficit pluviométrico sin experimentar graves impactos, gracias al consumo de aguas previamente embalsadas.

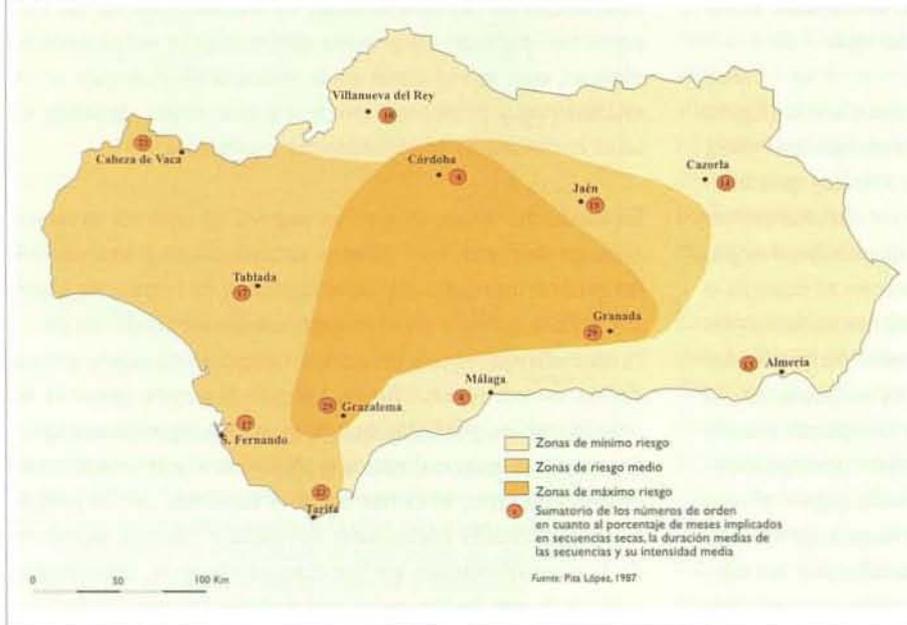
Existe ya, pues, no sólo una sequía, sino al menos dos diferentes: la sequía agraria y la sequía hidrológica, ambas con comportamientos totalmente diferentes y que no tienen por qué ser coincidentes. Pero, además, dentro de la propia sequía hidrológica hay muy diferentes situaciones de unos sectores a otros y de unos lugares a otros, en función del sistema de abastecimiento de agua que

existe en cada uno de los sectores y lugares. Son estas diferencias en las condiciones de abastecimiento las que permiten explicar las propias diferencias, a veces profundísimas, que se registran en la vivencia de la sequía entre enclaves muy próximos entre sí y, por tanto, dotados de unas condiciones pluviométricas similares.

En cualquier caso, lo que es seguro es que no estamos ante un desastre con ribetes catastróficos y susceptible de generar pérdidas de vidas humanas (al menos en nuestro medio, porque en el mundo subdesarrollado las genera abundantemente), así como tampoco ocasiona graves daños en infraestructuras. Lo que sí puede generar es considerables pérdidas económicas en algunos sectores de actividad, esencialmente la agricultura y en menor medida la industria, el comercio y el turismo; serios perjuicios ambientales (deterioro del paisaje natural, aumento de la contaminación de los cursos de agua, mortandad extraordinaria de los peces que habitan los cursos de agua y embalses, etc.); y graves perturbaciones en el desarrollo de la vida colectiva de los núcleos de población cuando hay que establecer restricciones en el consumo de agua o mermas en la calidad de la misma. Este último impacto, dada la amplia extensión espacial y la larga duración temporal que caracterizan a la sequía, determinan una amplificación de sus repercusiones, las cuales, a pesar de no ser tan catastróficas como en otros casos, llegan a amplios volúmenes de población que quedan así muy sensibilizados frente a ella.

Los ajustes más frecuentes frente a la sequía son aquellos destinados a modificar la susceptibilidad de la población frente a los daños y, dentro de ellos, los de carácter estructural. Las medidas tendentes a modificar el evento físico, que en este caso se traducen básicamente en los intentos de provocar lluvia artificial, no se han revelado suficientemente eficaces como para eliminar la posibilidad de la sequía. Los ajustes destinados a modificar el peso de las pérdidas sí son más ampliamente utilizados y se suelen traducir, por un lado, en las medidas de protección civil que se ponen en marcha para realizar abastecimientos de agua de emergencia en caso necesario y, por otro lado, en la concesión de ayudas de todo tipo (créditos a bajo interés, moratorias para el pago de créditos anteriores, subvenciones, etc.) a los sectores económicos damnificados,

FIGURA 2.24.  
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA PELIGROSIDAD POR SEQUÍAS



Las zonas de mayor peligrosidad por sequía en Andalucía se sitúan en el centro de la región y no en las zonas más áridas de la misma, tal como en principio pudiera pensarse. La razón estriba en que la peligrosidad por sequía se deriva de la intensidad, frecuencia y persistencia de las situaciones con precipitaciones inferiores a las habituales, y éstas muestran una mayor gravedad en estos enclaves interiores que en los periféricos, en los que, por el contrario, se sitúan las zonas más favorables, aunque puedan presentar rasgos de mayor aridez.

esencialmente el sector agrario, el cual se beneficia además de un sistema de seguros en el que el estado participa con un volumen de dinero nada desdeñable.

No obstante, son las medidas estructurales destinadas a modificar la susceptibilidad a los daños las protagonistas del ajuste social frente a la sequía y, dentro de ellas, la construcción de embalses y redes de abastecimiento de agua, suficientemente potentes como para poder soportar periodos prolongados de sequía sin graves impactos. Hay que afirmar que los resultados de estas medidas son muy satisfactorios, y permitirían retrasar enormemente el umbral de sequía en la sociedad si no fuera porque ésta, de modo continuo y progresivo va aumentando sus tasas de consumo de agua, con lo cual el fantasma de la sequía no consigue erradicarse.

Por último, y en cuanto a las medidas de ordenación del territorio, hay que señalar que en el caso de las sequías, éstas son escasísimas cuando no nulas, sin duda por el carácter almacenable y trasvasable que el agua tiene y por la propia eficacia de las medidas estructurales que se acaban de comentar. No obstante, en los últimos años y

dada la eclosión de la preocupación medioambiental, parece imponerse en mayor medida la convicción de que es necesario adaptarse a la naturaleza en lugar de intentar dominarla por completo y, en ese sentido, medidas como el ahorro de agua, el empleo más racional de la misma, la adecuación de los paisajes a la realidad natural del lugar etc. son medidas cada vez más frecuentes, lo cual, si no constituye todavía una verdadera ordenación del territorio que contemple las disponibilidades de agua, sí supone un primer paso en esa vía.

Como buena parte de los fenómenos climáticos y, más concretamente, como todos los que reciben su condición de catastróficos de su carácter inhabitual y anómalo, resulta muy difícil la tarea de definir y, sobre todo, de espacializar el riesgo de sequía en Andalucía. El fenómeno natural tiene unas pautas precisas de comportamiento —con una diferenciación espacial muy poco marcada, por cierto—, pero luego es la intervención humana sobre la gestión y distribución del agua en cada caso la que finalmente establece el riesgo de sequía en cada punto de la región. Por eso se intentará mostrar primero las características del comportamiento de las “sequías pluviométricas” en el es-

pacio andaluz y luego se analizarán estos resultados mediante la consideración de los enclaves que realmente han experimentado problemas de abastecimiento de agua en los últimos años.

Si bien es cierto que la sequía tiene un carácter no tanto climático cuanto socioeconómico, constituyéndose en una muestra de la vulnerabilidad social frente a la falta de agua, es indudable que hay caracteres climáticos que contribuyen a incrementar el riesgo de sequía y que dificultan la gestión satisfactoria del agua. La irregularidad pluviométrica interanual y la persistencia de las situaciones deficitarias en agua son algunos de estos caracteres, como se ha puesto de manifiesto anteriormente. Su consideración en el territorio andaluz es la que permitirá abordar en una primera aproximación la peligrosidad por sequía en la región.

Las precipitaciones andaluzas, en tanto que integradas en el dominio mediterráneo, adolecen de una elevada irregularidad interanual, que se refleja en la aparición de índices de irregularidad que muy raramente descienden del valor de 3 y que pueden llegar a superar el valor de 5, lo que implicaría que los años más lluviosos pueden alcanzar totales pluviométricos cinco veces superiores a los registrados en los años más secos. Esta irregularidad se traduce, lógicamente, en la aparición frecuente de fenómenos extremos y paroxísmicos tanto por exceso como por defecto. Pero, además, el nivel de persistencia que se registra en las precipitaciones es también elevado, sobre todo por lo que respecta a las situaciones deficitarias en agua, y ello se pone bien de manifiesto en el abundante número de secuencias secas de duración superior al año que se han registrado recientemente en el territorio andaluz.

Son muy escasos los años en los que la sequía ha estado totalmente ausente de la región (1941, 1960, 1963, 1969, 1989 y 1990), tampoco son numerosos los periodos en los que ésta se ha presentado de forma minoritaria en el espacio (1940-42, 1960-63 y 1971-72) y el resultado es la presencia más que frecuente de situaciones de sequía general o casi generalizada en Andalucía. En concreto existen diez periodos que adolecen de este carácter (1942-46, 1948-51, 1953-55, 1956-59, 1964-65, 1966-68, 1970-71,

1973-76, 1980-86 y 1991-95), cada uno de ellos con distintos índices de gravedad en función de sus respectivas duraciones, intensidades y extensiones espaciales. Las situaciones de mayor gravedad se presentan en los extremos del periodo estudiado, durante los años cuarenta y cincuenta por un lado, y en los años ochenta y noventa por otro, siendo mucho más suaves las secuencias ubicadas en los años centrales del mismo.

Ahora bien, ante estas situaciones de sequía cada observatorio responde con un comportamiento peculiar, de forma tal que, dentro de la homogeneidad general de la región en este sentido, se puede detectar una gran variabilidad espacial en cuanto a los parámetros caracterizadores de la sequía en los distintos observatorios. En un trabajo realizado en 1987 (PITA LOPEZ, 1987), se analizó este fenómeno para el territorio andaluz a partir de las secuencias secas registradas en el periodo comprendido entre 1940 y 1986. Dicho trabajo no contempla, obviamente, la última de las grandes sequías registradas en la región, la acaecida a comienzos de la década de los noventa, pero ello no altera para nada los resultados relativos al comportamiento espacial de la sequía en Andalucía, dado que este último periodo seco no ha modificado sustancialmente este comportamiento. En consecuencia, se utilizará dicho trabajo como referencia básica para analizar la peligrosidad por sequía en el territorio andaluz.

El cuadro 2.6 muestra para distintos observatorios andaluces tres parámetros de particular relevancia en este sentido: el porcentaje de meses implicados en secuencias secas de duración superior al año, que refleja la frecuencia con que el fenómeno de la sequía azota a la región, la duración media registrada por las secuencias secas, dado que una elevada duración ejerce un efecto multiplicador sobre los impactos al agotar las reservas de agua disponibles, y la intensidad media alcanzada por las secuencias secas, que refleja la magnitud de los déficit hídricos registrados.

La consideración conjunta de estos parámetros permite asignar a cada uno de ellos un nivel de peligrosidad que aparece reflejado en el cuadro 2.6 y la figura 2.24. En ambos se observa cómo son los enclaves del interior de la región los que aparecen dotados de una mayor peligrosi-

62 CUADRO 2.6.  
CARACTERÍSTICAS DE LAS SECUENCIAS SECAS DE DURACIÓN SUPERIOR A UN AÑO REGISTRADAS EN ANDALUCÍA (1940-1986)

|                | Nº SECUENCIAS | % MESES SECOS DE LAS SECUENCIAS Nº MESES | DURACIÓN MEDIA SECUENCIA MÁS LARGA Nº MESES | DURACIÓN DE LA SECUENCIAS (*) | INTENSIDAD MEDIA SECUENCIAS | INTENSIDAD MÁXIMA |
|----------------|---------------|--|---|-------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| ALMERÍA        | 10            | 47,3                                     | 27,2  | 109                           | 37,3                        | 133,2             |
| MÁLAGA         | 11            | 46,7                                     | 24,4  | 51                            | 29,5                        | 44,2              |
| TARIFA         | 10            | 57,6                                     | 33,2  | 83                            | 35,5                        | 90,6              |
| GRANADA        | 12            | 72,4                                     | 34,6  | 119                           | 42,9                        | 125,7             |
| JAÉN           | 11            | 60,7                                     | 29,6  | 50                            | 33,5                        | 56                |
| GRAZALEMA      | 6             | 53,6                                     | 51,2  | 97                            | 54,1                        | 77,5              |
| CAZORLA        | 9             | 57                                       | 29,3  | 52                            | 31,7                        | 55,3              |
| SAN FERNANDO   | 10            | 53                                       | 30,4  | 62                            | 33,6                        | 62,4              |
| TABLADA        | 7             | 48,4                                     | 39,6  | 91                            | 32,4                        | 80,9              |
| CÓRDOBA        | 6             | 76,4                                     | 73  | 203                           | 70,8                        | 164,6             |
| VVA. DEL REY   | 8             | 46,4                                     | 29,2  | 60                            | 34,1                        | 57,9              |
| CABEZA DE VACA | 8             | 51,1                                     | 36,9  | 86                            | 38,7                        | 74,1              |

(\*) Intensidad : Anomalia pluviométrica acumulada/Precipitación media anual x 100  
Fuente: PITA LÓPEZ, 1987.

dad por sequía, consignándose en todos los observatorios unos elevadísimos porcentajes de meses implicados en secuencias secas y en secuencias que, además, se caracterizan por su larga duración y su elevada intensidad. En el polo opuesto se sitúan la franja mediterránea y el sector oriental de Sierra Morena, con niveles de peligrosidad muy moderados y valores muy bajos en todos los parámetros caracterizadores de la sequía. El caso de Málaga es el más ilustrativo de esta situación. Por último, entre ambos extremos se sitúan los restantes observatorios de la región, ubicados preferentemente en la zona occidental de la misma (a excepción del observatorio de Jaén) y a los cuales hay que asignar niveles de peligrosidad intermedios.

Así pues, existe en Andalucía una gran variabilidad espacial en cuanto a la peligrosidad derivada del acaecimiento de sequías. Esta variabilidad no implica, sin embargo, la existencia de una total independencia entre las precipitaciones registradas en los distintos observatorios de la región. Los diversos modelos de comportamiento de la sequía son compatibles con una cierta concordancia temporal en el acaecimiento de las secuencias secas, como

puede apreciarse en la figura 2.25. En ella se ha consignado por pares de estaciones el cociente resultante de dividir el número de meses concordantes en su calificación de secos o húmedos por el número de meses discordantes con arreglo al mismo criterio, y todo ello para el periodo comprendido por aquellos meses en los que alguna de las dos estaciones o ambas simultáneamente registraban alguna secuencia seca de duración superior al año. En dicha figura sólo se han representado aquellos vínculos definidos por un cociente entre los meses concordantes y discordantes superior a 1,5. Por debajo de este valor se considera que la relación entre las estaciones puede definirse como nula; a su vez, sólo se estima como buena relación la definida por un cociente superior a 2, lo cual implicaría que las concordancias son al menos dos veces superiores a las discordancias.

En función de estos criterios, surgen cuatro estaciones dotadas de un alto grado de independencia respecto a las demás: Almería, Málaga, Cazorla y Tarifa. En los dos primeros casos, la independencia es absoluta e incluso en Almería las discrepancias respecto a los demás observatorios son siempre superiores a las concordancias. En

Cazorla y Tarifa el panorama no es muy diferente aunque se aproxima algo a San Fernando y Grazalema, respectivamente. Estos cuatro observatorios se disponen periféricamente respecto al resto de Andalucía, donde sí aparecen ya lazos de unión entre las estaciones, los cuales, no obstante, presentan diferencias entre unos ámbitos y otros. El conjunto mejor relacionado es el constituido por las estaciones de Córdoba, Granada y Jaén, todas ellas con un elevado grado de concordancia, aunque ésta es especialmente fuerte entre los dos primeros observatorios, que presentan una covariación casi perfecta. Por otro lado, surge el conjunto formado por los observatorios de San Fernando, Grazalema, Tablada y Cabeza de Vaca, con buena relación entre todos ellos y muy buena entre los dos primeros. Este conjunto, a su vez, se comunica con el eje de las cadenas Béticas a través de las buenas relaciones mantenidas por Jaén con Grazalema y San Fernando, y con el eje de Sierra Morena a través de las muy buenas relaciones que mantienen los observatorios de Cabeza de Vaca y Villanueva del Rey.

Así pues, por lo que respecta a los ritmos seguidos por la precipitación no es Andalucía un espacio tan homogéneo como en principio pudiera pensarse; en ella aparecen ámbitos casi totalmente independientes del resto, en los cuales son esperables situaciones de sequía o excedentes pluviométricos aislados. Por otra parte, dentro del conjunto que se puede considerar homogéneo en el interior de la misma son notorias las diferencias existentes entre la cuenca alta y la cuenca baja del Guadalquivir por un lado, y entre las cadenas Béticas y Sierra Morena, por otro lado.

En consecuencia, puede afirmarse que a pesar de la gran covariación que se registra entre la mayor parte del territorio andaluz por lo que respecta a la sequía, lo cual dificulta las estrategias de ajuste a seguir durante su acacimamiento por la escasez de mecanismos compensatorios intraregionales, existen también algunas discordancias lo suficientemente marcadas como para servir de base a la implantación de estos mecanismos. Unos mecanismos que sin duda han de proceder básicamente de las áreas periféricas (costa mediterránea y Sierras de Cazorla y Segura), con escasísima covariación respecto al resto de la región, lo que las convierte en ámbitos complementarios de aquélla.

FIGURA 2.25.  
VARIABILIDAD ESPACIAL DE LA SEQUÍA EN ANDALUCÍA

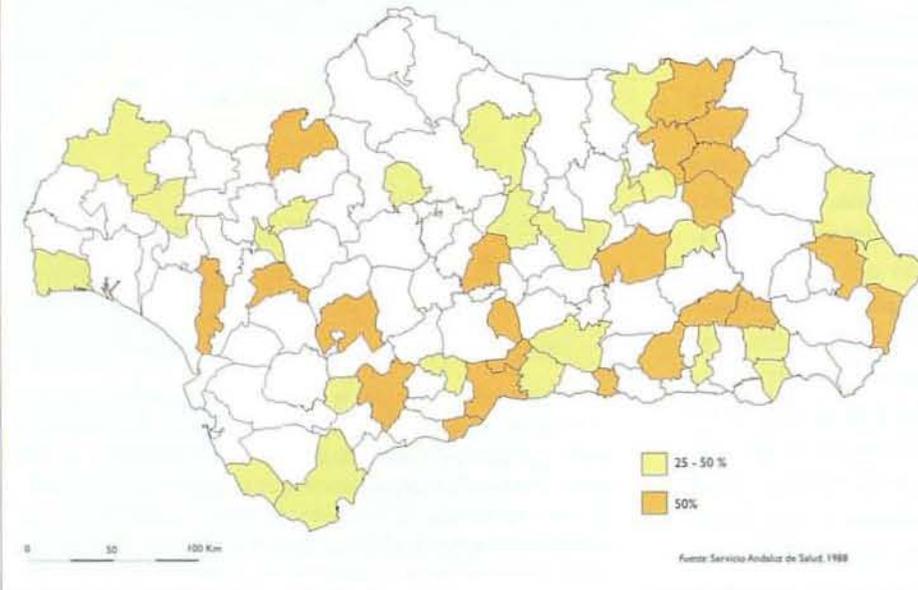


La variabilidad espacial de la sequía en Andalucía no es muy marcada, aunque en ella se pueden encontrar ciertas pautas de comportamiento que reflejan una cierta estructura no aleatoria. Destaca la independencia que se registra en los observatorios periféricos de la región, así como las concordancias que aparecen entre los observatorios interiores. También parecen individualizarse las cuencas alta y baja del Guadalquivir, así como sus vertientes norte y sur.

En realidad, observando la figura 2.25 puede constatar cómo ambos dominios coinciden básicamente con las dos grandes cuencas hidrográficas que comparten el espacio andaluz: la cuenca hidrográfica del Sur y la cuenca del Guadalquivir. La primera, a pesar de su marcada aridez, parece mucho mejor dotada que la última respecto a la sequía; en ella se inscriben los enclaves con menor peligrosidad de toda la región y aquéllos en los que aparece un menor grado de covariación espacial, reduciéndose así la probabilidad de ocurrencia de déficit generalizados. La segunda, por el contrario, cuenta con un peligro de sequía mucho más acentuado, presentando además una fuerte covariación espacial, lo que la convierte en mucho más proclive a las situaciones generalizadas de sequía prolongada. No obstante, dentro de la propia cuenca del Guadalquivir cabe arbitrar algunos mecanismos compensatorios en función de la ligera disimetría que presentan sus porciones alta y baja y sus vertientes norte y sur. Dado que los mayores núcleos industriales y poblacionales de la cuenca se encuentran en el eje central de la misma, su abastecimiento alternativo desde ambas zonas y vertientes reduciría considerablemente la probabilidad de sequía o desabastecimiento. Tal hecho no impediría, sin embargo, la existencia de

64

FIGURA 2.26.  
VOLUMEN DE POBLACIÓN AFECTADA POR CORTES EN EL SUMINISTRO DE AGUA EN LAS  
COMARCAS ANDALUZAS



Son numerosas las comarcas de Andalucía en las que se registran cortes en el suministro de agua para buena parte de la población, pero estas comarcas presentan una distribución espacial que en nada se corresponde con el comportamiento de las precipitaciones en la región, lo que pone claramente de manifiesto que estos cortes son atribuibles a causas antrópicas y no a causas naturales.

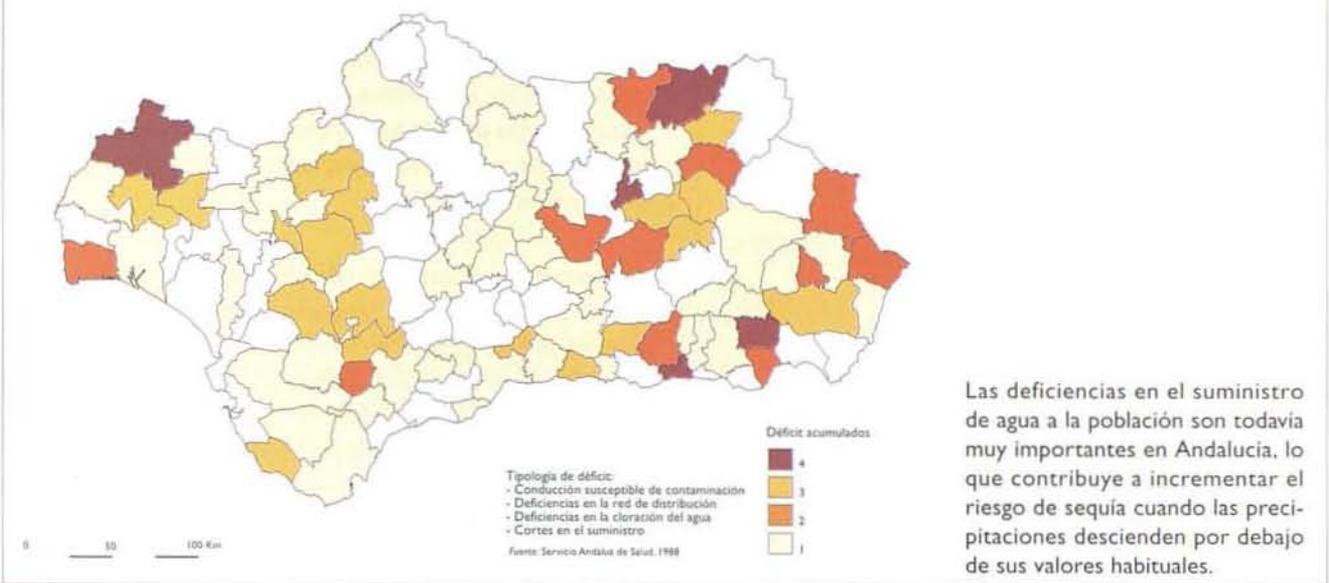
periodos en los cuales la sequía fuera una nota general y dominante para toda la región andaluza. Estos periodos se han registrado en numerosas ocasiones en los tiempos recientes, siendo de hecho mucho más frecuentes que los caracterizados por la variabilidad espacial. Ello exige por nuestra parte aprender a convivir con la sequía, generando unos mecanismos de previsión y ajuste capaces de minimizar sus impactos negativos, lo cual solo podrá lograrse adaptando al máximo nuestras actividades a los ritmos marcados por unas precipitaciones que no se caracterizan precisamente por su regularidad.

Y esto es lo que no parece estar sucediendo, al menos de forma totalmente satisfactoria, en los últimos años, en los cuales ha habido un importante volumen de población afectada por cortes en el suministro de agua (figura 2.26). En esta situación se ha llegado a encontrar casi un millón y medio de personas (el 23% de la población regional), afectando a todas las provincias aunque especialmente a la de Málaga (el 58% de la población), Jaén y Almería. Algunas de las zonas más afectadas en los últimos años son las de las Lomas de Jaén, la Costa del Sol y la Alpujarra, aunque es un fenómeno con una elevada in-

cidencia en toda la región. No se observa, por otro lado, una concentración espacial marcada que pudiera tener alguna relación con el fenómeno físico que origina la sequía, sino que las comarcas afectadas están distribuidas por todo el espacio andaluz. Si a este déficit se le añaden otros anejos, tales como las conducciones susceptibles de contaminación, las deficiencias en la red de distribución o las deficiencias en la cloración del agua, la población afectada se incrementa extraordinariamente y su distribución sobre el espacio se hace mucho más dispersa (figura 2.27).

Por eso no puede hablarse con propiedad de una dimensión espacial en el riesgo de sequía en la región; más bien habría que hablar de deficiencias en la red de distribución del agua y de desajustes en el balance consumos/aportes, los cuales presumiblemente habrán de agravarse en aquellos núcleos con fuertes crecimientos poblacionales y tendencias al aumento en los consumos de agua. En todos ellos habrá que tomar las medidas oportunas para prever los frecuentes periodos de déficit de las precipitaciones que tienen lugar en la región, al objeto de que éstos no constituyan un problema grave para los abastecimientos.

FIGURA 2.27.  
DÉFICIT DE INFRAESTRUCTURAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR COMARCAS



Las deficiencias en el suministro de agua a la población son todavía muy importantes en Andalucía, lo que contribuye a incrementar el riesgo de sequía cuando las precipitaciones descienden por debajo de sus valores habituales.

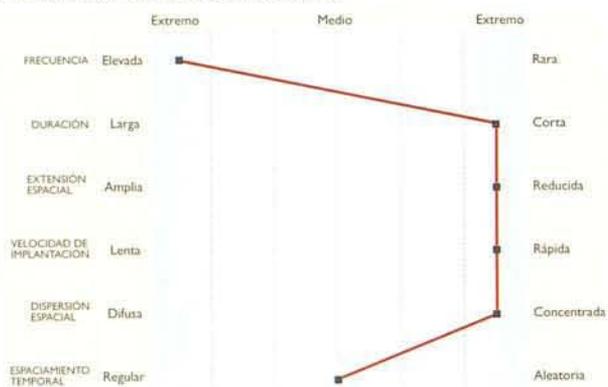
Estamos, sin duda, ante uno de los riesgos con mayores repercusiones sobre Andalucía, probablemente el más impactante junto con las inundaciones. Esta gravedad se deriva, no tanto de la intensidad de los impactos que genera, como de la elevada frecuencia con la que azota a la región, y del hecho de que es precisamente toda la región, en su conjunto, la que se ve sometida a sus impactos adversos. A su favor juega el hecho de que se trata de un riesgo en el que la participación humana es muy destacada, con lo cual cabe pensar que un buen conjunto de medidas bien emprendidas y diversificadas podría contribuir sobradamente a reducir los impactos en el futuro. En este sentido, se detectan en los momentos actuales tendencias contrapuestas en la región: por un lado la sociedad se hace progresivamente más dependiente del agua en cantidad y en calidad, lo que contribuiría a incrementar el riesgo de déficit, pero por otro lado, aumentan las capacidades tecnológicas para hacer frente a la sequía y, lo que es más importante, se ha despertado una conciencia generalizada en torno a la necesidad de gestionar adecuadamente un recurso que, si no escaso como habitualmente se lo presenta, si es menos abundante de lo que exigiría nuestra sociedad derrochadora y opulenta. Esta gestión eficaz, se admite hoy también de manera ge-

neralizada, no pasaría sólo por un incremento de los recursos hídricos, sino más bien, por una adecuación progresiva entre éstos y las demandas, unas demandas en las cuales queda todavía mucha capacidad de intervención.

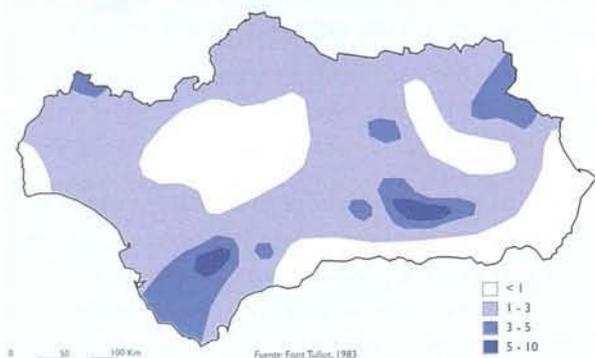
### 2.3.2. El granizo

El granizo es un tipo especial de precipitación sólida en forma de granos de hielo redondeados o bolas cuyo diámetro puede variar entre 5 y 50 mm, aunque a veces pueden ser incluso mayores. Estas bolas caen separadamente o bien formando conglomerados irregulares que constituyen el pedrisco. Cada bola de granizo está formada por hielo transparente, alternando con otras capas opacas o traslúcidas de forma que su estructura recuerda a una cebolla. Esta constitución, a su vez, pone de manifiesto las fases y procesos de formación por las que ha pasado el granizo. Este se forma en grandes nubes del género cúmulonimbos, muy cargadas de agua y con brutales corrientes de aire ascendentes y descendentes en su interior. Las capas transparentes corresponden a fases de lenta congelación de las gotas en subfusión sobre el granizo, asociadas a altas concentraciones de agua en la nube, mientras que las capas opacas se

66

FIGURA 2.28.  
CARACTERIZACIÓN DEL GRANIZO

El granizo es un desastre predominantemente intensivo y se caracteriza por una frecuencia elevada, una duración muy corta, una extensión espacial muy reducida, una velocidad de implantación muy rápida, una dispersión espacial muy concentrada y un espaciamiento temporal moderadamente aleatorio.

FIGURA 2.29.  
NÚMERO DE DÍAS DE GRANIZO

En Andalucía las granizadas son muy poco frecuentes, especialmente en las zonas llanas y de mayor dedicación agraria, de ahí que el riesgo derivado de este evento sea también muy reducido.

producen en fases de rápida congelación asociadas a bajas concentraciones de agua. Así pues, las capas concéntricas resultan de las variaciones en el contenido acuoso de las diversas partes de la nube por las que ha ido pasando el granizo en sus constantes ascensos y descensos. Cuando el tamaño del granizo es suficientemente grande y su peso importante, escapa a las corrientes ascendentes de la nube y precipita.

Se trata de un desastre predominantemente intensivo (figura 2.28), aunque con "impactos" poco relevantes salvo para el sector agrario, en el que suele generar daños importantes. Las granizadas suelen producirse en las épocas de primavera y verano, épocas en las que en ciertas zonas suelen generarse grandes tormentas conteniendo enormes torres de cúmulonimbos en las cuales el proceso de formación del granizo es habitual. En estas épocas los cultivos hortofrutícolas, entre otros, están en pleno desarrollo y se ven tremendamente afectados cuando cae la granizada. Es pues un desastre que genera grandes pérdidas económicas, pero sólo en un sector de actividad, dejando libres a los restantes sectores así como a las infraestructuras y a las vidas humanas.

El "ajuste" más general ante este desastre es el seguro, el cual constituye una medida muy eficaz de redistribución del peso de las pérdidas. Por otro lado, en los últimos años se vienen desarrollando campañas de investigación destinadas a prevenir y evitar el riesgo de granizada mediante la siembra con núcleos de yoduro de plata de las nubes que se consideran proclives a la formación del granizo. Se trataría, en este caso, de una medida estructural destinada a modificar el evento físico y que parece estar mostrando bastante éxito, si bien no es todavía una medida generalizada y susceptible de eliminar el riesgo por completo.

Estamos, en este caso, ante un riesgo muy poco importante en Andalucía (figura 2.29), y especialmente en aquellas zonas (valles, zonas costeras, etc.) en las que podría ser más dañino para la agricultura. Efectivamente, tanto las zonas costeras como el interior del valle del Guadalquivir gozan de menos de 1 día de granizo al año por término medio; se trata, pues, de un fenómeno extraordinariamente raro y poco frecuente. Casi todo el

resto de la región experimenta situaciones de granizo en un promedio de 1 a 3 días al año, y sólo en las zonas de montaña, con menor dedicación agraria, se superan los 3 días anuales de granizo. En consecuencia, se diría que en este caso una adecuada cobertura agraria mediante un seguro podría constituir una medida suficientemente satisfactoria para hacer frente al riesgo.

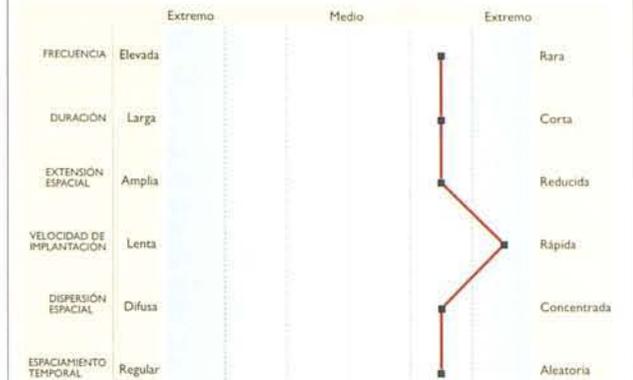
### 2.3.3. Los vientos violentos

Se ha entendido por vientos violentos aquellos golpes de viento que alcanzan la suficiente intensidad como para generar perjuicios al hombre y a las actividades económicas, lo cual suele suceder por encima de los 60 km/h, es decir, por encima del rango 8 de la escala Beaufort. Tales vientos, que se producen con situaciones de fuerte gradiente barométrico y normalmente asociados a perturbaciones atmosféricas muy intensas, pueden llegar a generar "impactos" muy severos, causando incluso víctimas humanas como consecuencia de accidentes, y destrozos en las edificaciones, aunque lo más frecuente es que se limiten a producir algunos daños en el mobiliario y la vegetación ornamental de las ciudades y, sobre todo, pérdidas económicas importantes en los sectores ligados a la alimentación, como la agricultura, incluida la agricultura bajo plástico, que en estas ocasiones suele asistir al destrozo de todas sus infraestructuras, y la pesca y otras actividades asociadas, que pueden ver interrumpidas sus tareas durante jornadas sucesivas.

En cuanto a los "ajustes" más frecuentes para hacerle frente, se encuentran los seguros y, de modo genérico, todas las medidas destinadas a redistribuir el peso de las pérdidas entre toda la colectividad, dado que ni la modificación del evento físico, ni la modificación de la susceptibilidad a los daños suelen tener éxito en sus propósitos.

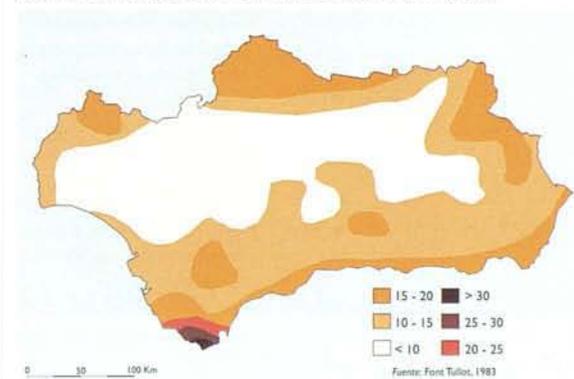
El "Atlas Climático de España" de Font Tullot (1983) presenta como zonas más ventiladas de Andalucía a las zonas costeras, especialmente en la inmediaciones del estrecho de Gibraltar, y a los enclaves montañosos más elevados de las cadenas Béticas (figura 2.31). Esta zonificación no es sorprendente en la medida en que todos estos ámbitos presentan caracteres que los convierten en proclives a la intensificación del viento. Las zonas eleva-

FIGURA 2.30.  
CARACTERIZACIÓN DE LOS VIENTOS VIOLENTOS



Los vientos violentos constituyen un desastre caracterizado por su baja frecuencia, su duración corta, su extensión espacial reducida, su velocidad de implantación rápida, su dispersión espacial media y su espaciamiento temporal aleatorio.

FIGURA 2.31.  
RECORRIDO MEDIO ANUAL DEL VIENTO EN KM/H



Los mayores niveles de peligrosidad por vientos violentos en Andalucía se registran en las zonas elevadas y costeras de la región, destacando especialmente el área situada en torno al estrecho de Gibraltar, en la cual a estas dos condiciones previas se une la de constituir un estrecho pasillo que contribuye a la canalización del aire y a su aceleración.

ESCALA DE BEAUFORT PARA LA MEDICIÓN DEL VIENTO.  
(Adaptada a las condiciones de lagos y estanques, que difieren de las encontradas sobre el mar)

| GRADO<br>BEAUFORT | VELOCIDAD<br>MEDIA<br>(NUDOS) | VELOCIDAD<br>MEDIA<br>(KM/H) | CALIFICACIÓN          | CARACTERÍSTICAS   |
|-------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------|---|
| 0                 | 1                             | 1,85                         | Calma                 | El humo sube verticalmente.   |
| 1                 | 2                             | 3,43                         | Ventolina             | La dirección del viento apenas puede deducirse de la inclinación del humo.  |
| 2                 | 5                             | 9,26                         | Flojito               | Perceptible en la cara; agita ligeramente las hojas de los árboles. Rizos sobre el agua de lagos y estanques.   |
| 3                 | 9                             | 16,67                        | Flojo                 | Hojas y ramitas, así como banderines ligeros, en movimiento continuo. Pequeñas olas de aspecto cristalino sobre lagos y estanques.  |
| 4                 | 13                            | 24,1                         | Bonancible o moderado | Levanta polvo y papeles; agita ramitas, incluso sin hojas.  |
| 5                 | 18                            | 33,34                        | Fresquito             | Agita árboles pequeños, hojas y ramas medianas sin hojas; banderines y gallardetes ondean extendidos. Se forman olas medianas sobre las aguas; en los lagos, cabrilleo de borreguillos esparcidos.                                    |
| 6                 | 24                            | 44,45                        | Fresco                | Mueve ramas gruesas y árboles pequeños; se oye el viento soplar alrededor de las casas y otros objetos fijos. Sobre las olas, crestas de espuma blanca, algunos rociones.   |
| 7                 | 30                            | 55,56                        | Frescachón            | Agita fuertemente árboles medianos. Formación de numerosas crestas blancas sobre las olas. Es molesto avanzar contra el viento. La espuma blanca comienza a ahuecarse, siendo arrastrada por el viento en forma de rastros espumosos. |
| 8                 | 37                            | 68,52                        | Temporal              | Mueve árboles gruesos, desgajando pequeñas ramas; se hace difícil caminar contra el viento.   |
| 9                 | 44                            | 81,49                        | Temporal fuerte       | Desgaja ramas medianas; produce ligeros daños en las casas, arrancando tejas. Numerosos rastros de espuma en la dirección del viento sobre los lagos.   |
| 10                | 52                            | 96,3                         | Temporal duro         | Troncha o arranca árboles enteros; produce graves daños en las casas.   |
| 11                | 60                            | 111,12                       | Temporal muy duro     | Grandes destrozos.  |
| 12                | 68                            | 125,94                       | Temporal huracanado   | Destrucciones catastróficas.  |

Fuente: Elaboración propia a partir de Eichenberger (1987): "Meteorología para aviadores", Madrid, Paraninfo.

das, en razón de la disminución de la densidad del aire que se produce con la altura y que a su vez conlleva una intensificación de su velocidad. Las zonas costeras, en razón de su condición de frontera entre dominios diferentes, el terrestre y el marino, con características térmicas y barométricas muy distintas; esta diferenciación convierte a las costas en lugares de intenso gradiente barométrico, y es este gradiente el motor que impulsa al viento a gran velocidad. Por último, en el estrecho de Gibraltar a esta condición costera se une la de angosto pasillo en el contacto entre dos continentes diferentes. El estrechamiento fuerza la canalización del aire e intensifica su velocidad, y ello es lo que explica que sea precisamente en

este ámbito en el que se registran los vientos más fuertes y también, consecuentemente, las áreas de mayor peligrosidad por vientos violentos.

Si se quisiera traducir esta peligrosidad a riesgo, se tendría que minimizar el protagonismo de las zonas elevadas, dado que en ellas apenas tienen lugar actividades vulnerables a los vientos fuertes, y se enfatizaría, sin embargo, el papel atribuible a las zonas costeras, en las cuales se desarrollan ampliamente los cultivos hortofrutícolas, la agricultura bajo plástico, la pesca y, en suma, todas las actividades susceptibles de experimentar daños con ocasión de vientos violentos.

### 2.3.4. Las heladas

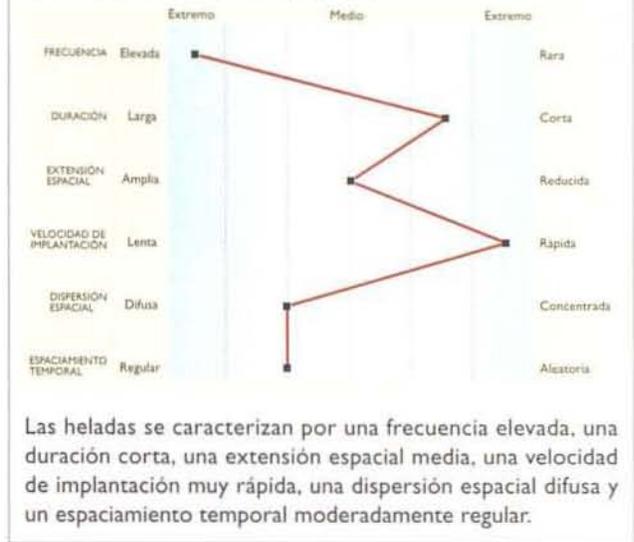
La helada se puede definir como un descenso de la temperatura por debajo de los 0°C, que constituyen el punto de congelación del agua. Ahora bien, dado que los tejidos de los vegetales no están constituidos por agua pura, son capaces de soportar temperaturas aún más bajas sin llegar a la congelación, por eso las heladas suelen clasificarse como ligeras cuando la temperatura alcanza valores comprendidos entre 0 y -3,5°; moderadas, cuando no descienden por debajo de -6,4°; serias, cuando alcanzan hasta -11,5° y muy serias, cuando se registran temperaturas inferiores a este último valor, si bien, cuando el viento es muy fuerte estos umbrales térmicos son más altos dado que el viento incrementa los efectos del frío.

Las heladas pueden producirse por una advección de coladas de aire muy frío normalmente procedentes del norte o nordeste, y también —y es lo más frecuente— por irradiación, cuando en las noches de tiempo despejado y estable se producen en el suelo enormes pérdidas de calor por irradiación nocturna, que dan lugar a temperaturas muy bajas en el aire superficial que está en contacto con el suelo y a inversiones térmicas notables. Estos descensos de temperatura por debajo del punto de congelación son los que originan pérdidas importantes en los cultivos agrícolas.

En general, las heladas más dañinas son las primaverales, dado que es en primavera cuando tiene lugar la floración de los frutales y la mayoría de los productos hortofrutícolas están a punto de salir al mercado. No obstante, en el riesgo de helada hay un problema importante de identificación dado que es un riesgo específico para cada cultivo en función de que cada uno tiene unos diferentes periodos o fases fenológicas y, a su vez, una diferente vulnerabilidad a las heladas en cada uno de esos periodos, de ahí que ante una misma situación climática pueda haber muy diferentes respuestas agrarias.

Y es que estamos ante un desastre que, al igual que la sequía, se define más por su carácter inhabitual en el espacio o en el tiempo que por su aspecto intrínsecamente dañino. De hecho, una helada (y lo mismo puede afirmarse de una ola de frío o calor) sólo genera daños impor-

FIGURA 2.32.  
CARACTERIZACIÓN DE LAS HELADAS



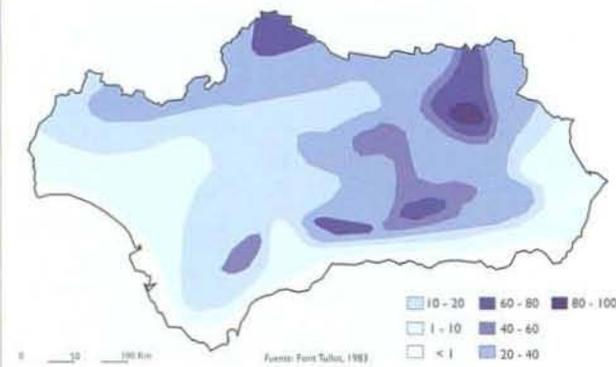
tantes en la agricultura en la medida en que se produzca en un lugar o en un momento en los que la sociedad no esté habituada a recibirla, mientras que en los climas y periodos habitualmente muy fríos no genera ningún daño. Por eso, el estudio climático de las heladas no aporta una información suficiente del riesgo experimentado; éste debe acompañarse de un análisis de las pérdidas generadas, las cuales, curiosamente, no suelen ser máximas en los lugares más fríos, sino en los más cálidos, donde, precisamente por la ausencia habitual de periodos muy fríos, los cultivos no están adaptados a soportarlos y sucumben con facilidad.

Los "impactos" que pueden generar las heladas son en principio muy variados y engloban incluso pérdidas de vidas humanas en accidentes automovilísticos, causados por la congelación de las carreteras, o daños importantes en las infraestructuras, pero la realidad es que en nuestro medio suelen limitarse a los daños generados en la agricultura, los cuales sí suelen ser muy cuantiosos.

Ante las heladas, el "ajuste" más frecuentemente emprendido es el seguro, si bien también son frecuentes las medidas estructurales destinadas a modificar la susceptibilidad a los daños, tales como los cultivos bajo plástico, que crean un microclima especial protector frente a todo ti-

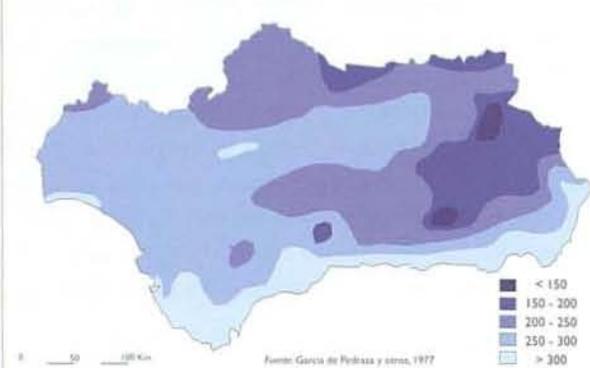
70

FIGURA 2.33.  
NÚMERO DE DÍAS DE HELADA



Las heladas en Andalucía son un fenómeno muy poco frecuente, salvo en las áreas de montaña, en las cuales se suelen rebasar los 40 días, alcanzándose incluso la centena en los enclaves más elevados e interiores de la región.

FIGURA 2.34.  
NÚMERO DE DÍAS DEL PERIODO LIBRE DE HELADAS



El periodo libre de heladas en Andalucía es siempre —a excepción de los enclaves de alta montaña— suficientemente largo como para no constituir un factor limitante para el desarrollo de la agricultura. Ello no impide que ocasionalmente puedan producirse heladas tardías que generen daños importantes, sobre todo en las zonas más cálidas, en las cuales tienden a implantarse cultivos muy sensibles a las bajas temperaturas.

po de heladas, o los riegos de emergencia una vez efectuada la predicción de la helada, o los propios calentamientos directos de la explotación mediante fuel en esas ocasiones. La mejor medida consistiría, sin embargo, en una adecuada ordenación del territorio capaz de evitar los enclaves dotados de mayor riesgo de heladas. Hay que advertir, no obstante, que para ello haría falta desarrollar estudios más precisos sobre este riesgo dado que opera a escalas muy detalladas y microclimáticas.

Las heladas son un fenómeno relativamente infrecuente en Andalucía, especialmente en las regiones no montañosas, en las cuales nunca superan el número de 20 días al año por término medio (figura 2.33). Llegan a ser incluso un fenómeno rarísimo en las zonas costeras, sobre todo en la costa mediterránea, suavizada por el comportamiento térmico del mar interior y protegida de las advecciones de aire frío del norte por el murallón de las cadenas Béticas. En realidad, sólo adquieren alguna relevancia en las zonas más elevadas tales como Sierra Nevada y la Sierra de Cazorla, en las cuales se rebasan los 60 días de helada al año. Ello configura en la región un periodo libre de heladas muy prolongado, lo que permite el crecimiento vegetativo de las plantas sin apenas problemas. En la costa mediterránea el periodo libre de heladas supera los 350 días, lo que supone la casi total ausencia de heladas, y en todas las zonas costeras más las áreas relativamente llanas, especialmente en la parte occidental, el periodo supera los 250 días anuales. Así pues, sólo en los ámbitos septentrional y oriental de la región, especialmente en sus enclaves más elevados, se constituyen periodos libres de heladas lo suficientemente cortos como para suponer una limitación al desarrollo de la agricultura (figura 2.34).

Ahora bien, ello no supone que haya que minimizar el riesgo de heladas, el cual nunca debe confundirse con su probabilidad de ocurrencia ni con su frecuencia media. De hecho, los lugares en los que las heladas acaban resultando más costosas no son aquellos en los que existe una mayor frecuencia de las mismas; en éstos, precisamente, por la alta frecuencia del fenómeno, los cultivos están adaptados a él y resultan prácticamente inmunes al mismo. El problema más grave suele encontrarse precisamente en las áreas en las que las heladas constituyen un fenómeno raro, dado que éstas se aprovechan para los

CUADRO 2.7.  
CLASIFICACIÓN DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS GASEOSOS

| TIPO                        | CONTAMINANTES PRIMARIOS                    |                  | CONTAMINANTES SECUNDARIOS |                                |                    | FUENTES DE EMISIÓN ARTIFICIALES   |
|-----------------------------|--|------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------|---|
|                             |  |                  |                           |                                |                    |   |
| COMPUESTOS DE AZUFRE        | SO <sub>2</sub>                            | H <sub>2</sub> S | SO <sub>3</sub>           | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | MSO <sub>4</sub> * | Combustión de carburantes conteniendo azufre  |
| COMPUESTOS DE NITRÓGENO     | NO   | NH <sub>3</sub>  | NO <sub>2</sub>           |                                | MNO <sub>3</sub> * | Combustión de N <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> durante combustión a alta temperatura |
| COMPUESTOS DE CARBONO       | Compuestos C <sub>1</sub> - C <sub>3</sub> |                  | Aldéidos, cetona, ácidos  |                                |                    | Combustión de carburantes; refinado de petróleo; uso de disolventes                 |
| ÓXIDOS DE CARBONO           | CO   | CO <sub>2</sub>  | Ninguno                   |                                |                    | Combustión  |
| COMPUESTOS DE LOS HALÓGENOS | HF   | HCL              | Ninguno                   |                                |                    | Industrias metalúrgicas   |

(\*) MSO<sub>4</sub> y MNO<sub>3</sub> indican la fórmula general de los sulfatos y los nitratos, respectivamente.

Fuente: Seinfeld, 1978.

cultivos más delicados y exigentes en temperatura, de tal forma que cuando sobreviene la helada resulta catastrófica para la agricultura local. Es el caso de los ámbitos costeros, con cultivos hortofrutícolas de primor y especialmente de los de la costa mediterránea oriental, con cultivos subtropicales muy sensibles a las heladas y, por tanto, arrasados cuando ésta tiene lugar.

Por eso la cartografía de las heladas en Andalucía no resulta expresiva del riesgo experimentado. Para conocer éste último más bien habría que analizar el comportamiento de los rendimientos de los cultivos en series temporales suficientemente largas, o el propio comportamiento de los pagos efectuados por las compañías aseguradoras, las cuales son las únicas capaces de ofrecer una valoración acertada del riesgo de heladas experimentado en la región, máxime teniendo en cuenta que este riesgo actúa a escalas espaciales muy detalladas y microclimáticas, con lo cual, sólo los pagos efectuados sobre los daños registrados pueden dar cuenta de la verdadera naturaleza del riesgo.

### 2.3.5. Los episodios prolongados de contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica se puede definir como "cualquier condición atmosférica en la que ciertas sustancias alcanzan concentraciones lo suficientemente elevadas

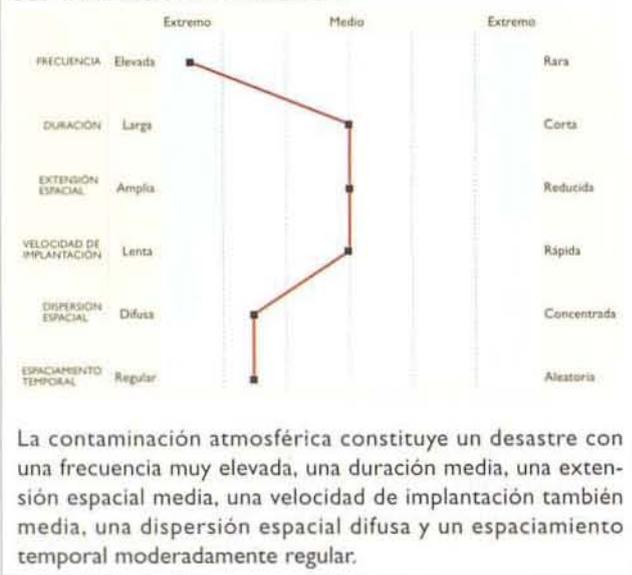
sobre su nivel ambiental normal como para producir efectos mensurables en el hombre, los animales, la vegetación o los materiales. Por sustancias se ha entendido cualquier elemento o compuesto químico natural o artificial capaz de permanecer o ser arrastrado por el aire. Estas sustancias pueden permanecer en el aire en forma de gases, de gotas líquidas o de partículas sólidas". (SEINFELD, 1978)

La contaminación del aire implica tres partes bien diferenciadas: las fuentes de emisión, que son las que lanzan los contaminantes; la atmósfera, que los recibe, los mezcla y produce en ellos determinadas transformaciones químicas, y los receptores, que son los que experimentan los impactos de la contaminación.

Las fuentes de emisión son el origen de la contaminación y entre ellas destacan: los transportes, la producción de energía eléctrica, la incineración de residuos, el consumo de combustibles industriales y domésticos, y los procesos industriales. Estos contaminantes son transmitidos hacia la atmósfera, que hace de medio para su transporte, su dilución y su transformación física y química, de ahí que se hable de la existencia de dos tipos básicos de contaminantes: los contaminantes primarios, que son aquellos que proceden directamente de las fuentes de emisión, y los contaminantes secundarios, que se originan por la interacción entre los contaminantes primarios y los componentes normales de la atmósfera. De modo al-

72

FIGURA 2.35.  
CARACTERIZACIÓN DE LOS EPISODIOS PELIGROSOS DE  
CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA



go más detallado, los contaminantes se suelen clasificar en: compuestos de azufre, compuestos de nitrógeno, compuestos de carbono (salvo el CO y el CO<sub>2</sub>), monóxido y dióxido de carbono, compuestos de los halógenos, partículas y compuestos radiactivos (cuadro 2.7).

Aunque en un aire contaminado suelen aparecer trazas de todos estos componentes, se suelen distinguir dos tipos de contaminación fundamentales en el aire urbano: el SO<sub>2</sub> y las partículas, por un lado, y el smog fotoquímico por otro.

El SO<sub>2</sub> y las partículas provienen de la combustión del carbón y de los carburantes ricos en azufre. Esta contaminación suele caracterizar a las ciudades de los climas fríos, donde la producción de energía eléctrica y la calefacción doméstica son las fuentes de emisión fundamentales. En estos ambientes, las gotitas de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) tienden a irritar los pulmones y el hollín procedente de la combustión del carbón se deposita sobre las superficies expuestas. Por su parte, el smog fotoquímico se deriva del uso masivo de la gasolina como carburante para motores, y caracteriza a las ciudades de climas más cálidos, donde es el transporte la fuente fundamental de emisión de contaminantes.

CUADRO 2.8.  
EMISIÓN DE CONTAMINANTES POR PROVINCIAS DEBIDAS A  
FUENTES MOVILES (TM/AÑO)

| PROVINCIAS   | PARTÍCULAS   | CO             | NO <sub>x</sub> | SO <sub>2</sub> |
|--------------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Almería      | 626          | 23.438         | 10.269          | 1.625           |
| Cádiz        | 767          | 45.440         | 12.694          | 2.132           |
| Córdoba      | 850          | 30.255         | 13.369          | 2.199           |
| Granada      | 666          | 32.853         | 11.118          | 1.791           |
| Huelva       | 456          | 21.821         | 7.643           | 1.229           |
| Jaén         | 759          | 26.011         | 12.397          | 1.948           |
| Málaga       | 937          | 59.457         | 16.484          | 2.626           |
| Sevilla      | 1.466        | 69.897         | 23.257          | 3.943           |
| <b>Total</b> | <b>6.527</b> | <b>30.9171</b> | <b>107.230</b>  | <b>1.7486</b>   |

Fuente: Asociación de investigación y cooperación industrial de Andalucía: "Elaboración de mapas de emisión de contaminantes atmosféricos de Andalucía". Trabajo elaborado para la Agencia de Medio Ambiente. 1992.

CUADRO 2.9.  
ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE PEQUEÑAS CALDERAS  
DOMÉSTICAS E INDUSTRIALES

| PROVINCIA | PARTÍCULAS (1) | CO (1) | NO <sub>x</sub> | SO <sub>2</sub> |
|-----------|----------------|--------|-----------------|-----------------|
| Almería   | 2,6            | 6,9    | 21,4            | 100,8           |
| Cádiz     | 3,5            | 9,1    | 28,2            | 132,9           |
| Córdoba   | 5,3            | 14     | 43,1            | 203,3           |
| Granada   | 14,3           | 37,5   | 115,4           | 544,5           |
| Huelva    | 2,7            | 7,1    | 21,9            | 103,2           |
| Jaén      | 4,9            | 12,8   | 39,3            | 185,6           |
| Málaga    | 6,8            | 17,8   | 54,7            | 258,0           |
| Sevilla   | 7,5            | 19,7   | 60,5            | 285,7           |
| Totales   | 47,6           | 124,9  | 384,5           | 1814,0          |

(1) Asumida a Fuel-Oil ligero.

Fuente: Asociación de investigación y cooperación industrial de Andalucía: "Elaboración de mapas de emisión de contaminantes atmosféricos en Andalucía". Trabajo elaborado para la Agencia de Medio Ambiente. 1992.

En realidad, la palabra smog es una contracción de smoke (humo en inglés) y de fog (niebla en inglés), aunque no es en realidad ni una niebla ni un humo, sino el conjunto de reactivos y productos de una serie compleja de reacciones que ocurren cuando el sol irradia una atmósfera cargada de gases orgánicos y de óxidos de nitrógeno. El smog fotoquímico se caracteriza por la existencia de temperaturas altas, un sol radiante, un bajo nivel de humedad atmosférica y una niebla que produce picor en los ojos. Sus principales contaminantes primarios son el óxido nítrico y los hidrocarburos, pero enseguida pasan a ser contaminantes secundarios como el ozono, los nitratos orgánicos y el llamado aerosol fotoquímico. Son precisamente estos

#### EL SEGUIMIENTO Y LA EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN ANDALUCÍA

La preocupación por la contaminación atmosférica es muy reciente en Andalucía, como lo es, por otro lado, a escala nacional e incluso mundial. A nivel mundial no se toma plena conciencia del problema de la contaminación atmosférica y de la pérdida de calidad del aire hasta el año 1952, en el cual tiene lugar en Londres el famoso fenómeno del *smog*, que durante los días 5 al 9 de diciembre causó la muerte a unas 4.000 personas. Es entonces cuando se empieza a relacionar la contaminación atmosférica con el aumento de ciertas patologías en la población; cuando se empieza a descubrir la importancia de los efectos sinérgicos de determinados componentes que aislados podrían resultar inocuos y es cuando, en consecuencia, se empiezan a montar las redes de estaciones de control y medición de la contaminación atmosférica.

En España, unas tareas similares no se inician hasta los años sesenta en el Departamento de Sanidad Ambiental de la Escuela Nacional de Sanidad, el cual instala una serie de equipos monitores de primera generación que serán el inicio de la actual Red Nacional de Vigilancia y Protección de la Contaminación Atmosférica. Ya a finales de los sesenta los ayuntamientos de Madrid y Barcelona generan sus respectivos servicios de contaminación atmosférica y la Dirección General de Sanidad instala ya aparatos de segunda generación en comunidades con supuestos problemas, entre las que se encuentra Huelva.

En 1972 se publica la ley de Protección del Ambiente Atmosférico, y en 1975 un decreto técnico que la desarrolla y en el cual se configura la actual Red de Vigilancia de la Contaminación Atmosférica, con dependencia directa de la autoridad sanitaria. Al amparo de esta legislación se reestructura la antigua red preexistente de la Dirección General de Sanidad y, además, se aceptan como datos oficiales los producidos por otras entidades públicas o privadas que aplicarán los procedimientos oficiales normalizados. Cuando se promulga el estado de las autonomías, la Red Nacional se descentraliza, configurándose como una red de redes, de tal forma que las comunidades autónomas son las encargadas de controlar sus respectivas redes y de enviar sus datos al sistema central, que es a su vez el interlocutor con la Comunidad Europea.

En Andalucía, las funciones de control y prevención de la contaminación serán asumidas por la Agencia de Medio Ambiente (hoy Consejería de Medio Ambiente) desde su creación, para lo cual ya en 1986 comienza a generar su propia red de vigilancia y control de la contaminación con la implantación de estaciones en Huelva y Sevilla, que se consideraban enclaves prioritarios, junto con el Campo de Gibraltar, si bien éste último quedaba cubierto por redes de control privadas. En 1989 se inicia el plan corrector del Campo de Gibraltar y se instalan estaciones en Algeciras y La Línea, además de cubrir la ciudad de Granada, con una importante dosis de contaminación invernal por las calefacciones. En 1990 se amplía la red en Granada y se inician las de Córdoba y Málaga. En 1991 se cubren ya las diferentes provincias andaluzas y se crea además una unidad móvil de medidas de la contaminación.

Actualmente existen en realidad numerosas redes de medición de la contaminación: las de la Consejería de Medio Ambiente, el MOPTMA, las corporaciones locales, las empresas privadas, etc., existiendo una buena colaboración entre ellas. Con la salvedad de algunos posibles cambios recientes producidos en estas redes, en Andalucía se puede contar con 104 estaciones de observación.

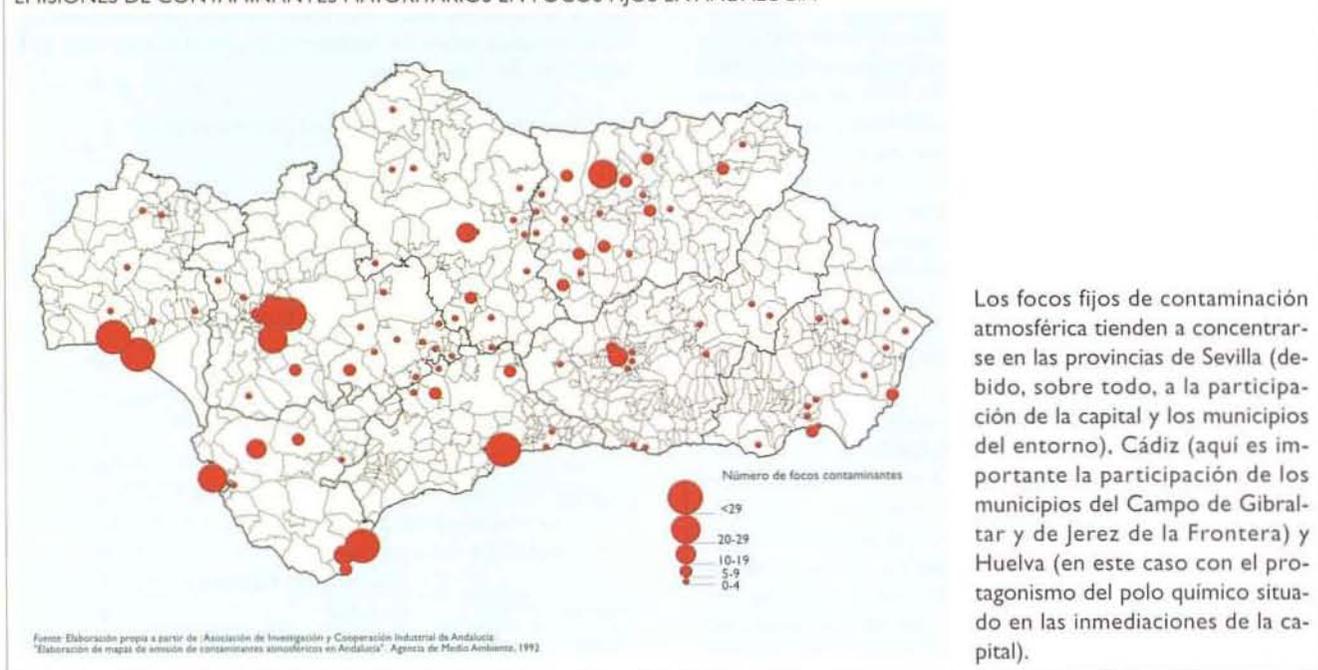
#### ESTACIONES DE OBSERVACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN ANDALUCÍA

| PROVINCIAS             | MUNICIPIOS                | ESTACIONES |
|------------------------|---------------------------|------------|
| ALMERÍA                | Almería                   | 3          |
|                        | Carboneras                | 4          |
|                        | Mojácar                   | 1          |
|                        | Níjar                     | 5          |
| CÁDIZ                  | Algeciras                 | 4          |
|                        | Los Barrios               | 8          |
|                        | Jerez de la Frontera      | 1          |
|                        | La Línea de la Concepción | 3          |
|                        | Puerto Real               | 1          |
|                        | San Roque                 | 8          |
| CÓRDOBA                | Córdoba                   | 3          |
|                        | Espiel                    | 3          |
|                        | Villaharta                | 2          |
|                        | Villaviciosa de Córdoba   | 3          |
| GRANADA                | Granada                   | 5          |
| HUELVA                 | Huelva                    | 14         |
|                        | Moguer                    | 1          |
|                        | Niebla                    | 3          |
|                        | Palos de la Frontera      | 7          |
|                        | Punta Umbria              | 3          |
|                        | San Juan del Puerto       | 2          |
| JAÉN                   | Bailén                    | 2          |
|                        | Jaén                      | 1          |
|                        | Linares                   | 1          |
|                        | Torredonjimeno            | 1          |
| MÁLAGA                 | Fuente de Piedra          | 1          |
|                        | Málaga                    | 3          |
| SEVILLA                | Alcalá de Guadaira        | 2          |
|                        | Sevilla                   | 9          |
|                        | La Luisiana               | 1          |
| <b>TOTAL ANDALUCÍA</b> |                           | <b>104</b> |

Fuente: Subdirección General de Protección del Medio Ambiente Atmosférico, Junta de Andalucía.

Junto a estas estaciones, que en general se ocupan de medir los niveles de inmisión en la atmósfera, se cuenta además con la medición de los niveles de emisión, realizada de forma periódica por las propias empresas –según la legislación vigente– y por entidades colaboradoras de la Administración en materia de medio ambiente industrial. Asimismo, la CMA realiza campañas de medición de vertidos atmosféricos por toda la Comunidad. Gracias a todo ello se dispone ya de algunas series históricas en relación con el tema, de cuyo tratamiento se ha derivado el "Inventario de las Emisiones Atmosféricas", fuente fundamental para el conocimiento de la contaminación atmosférica en Andalucía, así como el "Mapa de Emisión de Contaminantes Atmosféricos en Andalucía", elaborado por la Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía en 1992.

FIGURA 2.36.  
EMISIONES DE CONTAMINANTES MAYORITARIOS EN FOCOS FIJOS EN ANDALUCÍA



Los focos fijos de contaminación atmosférica tienden a concentrarse en las provincias de Sevilla (debido, sobre todo, a la participación de la capital y los municipios del entorno), Cádiz (aquí es importante la participación de los municipios del Campo de Gibraltar y de Jerez de la Frontera) y Huelva (en este caso con el protagonismo del polo químico situado en las inmediaciones de la capital).

contaminantes secundarios los responsables de las irritaciones oculares y los daños producidos a la vegetación.

Tan pronto como estos contaminantes son introducidos en el aire, y simultáneamente al proceso de transformación química, tiene lugar el proceso de dispersión ejercido por la atmósfera, en el cual hay variables meteorológicas y topográficas que juegan un gran papel. Entre las variables meteorológicas destacan el gradiente térmico vertical de la atmósfera, que cuando es estable dificulta dicha dispersión y provoca su estancamiento en las capas bajas (en el caso de las inversiones térmicas, gradientes estables por excelencia, el estancamiento es máximo); la velocidad y dirección del viento, que determina a su vez la propia velocidad y dirección que van a seguir los contaminantes, y la difusión turbulenta, la cual es propiciada por la rugosidad del terreno, los gradientes térmicos verticales inestables y los vientos intensos. Por su parte, la variable topográfica condiciona la facilidad o dificultad con que estos contaminantes van a poder ser dispersados. En este sentido, los valles cerrados y encajados constituyen los peores enclaves para la dispersión de los con-

taminantes. En primer lugar, por el obstáculo que ejercen frente a la dispersión las propias laderas que los limitan, y en segundo lugar, porque los valles suelen generar frecuentes inversiones térmicas que contribuyen aún más al estancamiento del aire.

Son estas condiciones de carácter geográfico las que convierten a este desastre, de influencia antrópica marcadísima, en un desastre "natural", en la medida en que hay situaciones topográficas y meteorológicas que, combinadas con las fuentes de emisión, dan lugar a estos episodios de contaminación atmosférica peligrosos.

En estos episodios los "impactos" sobre los materiales, fauna y vegetación son importantes, pero hay que destacar los atentados a la salud humana que éstos suponen, los cuales en casos extremos los pueden convertir en catastróficos. En cuanto a los "ajustes" más eficaces para luchar contra él destacan los relativos a la ordenación del territorio, con la implantación de las fuentes de emisión, siempre que sea posible, en los lugares más proclives para la dispersión de los contaminantes y menos perjudicia-

les para los asentamientos poblacionales; la obligatoriedad de rebasar determinadas alturas en las chimeneas que constituyen dichas fuentes de emisión; la detención de las emisiones a partir de ciertos umbrales de inmisión etc. De cualquier forma, cuando estas medidas no son suficientes para controlar el problema, son necesarias medidas de alarma y prevención, medidas en este caso de protección civil, para detectar con prontitud y resolver las posibles emergencias que puedan producirse.

El riesgo de contaminación atmosférica en Andalucía puede evaluarse, en una primera aproximación, a partir de los principales focos de emisión de contaminantes, los cuales proporcionan un indicador de los niveles de contaminación atmosférica existentes en la región. Atendiendo a los contaminantes mayoritarios (partículas,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  y  $\text{CO}$ ) y a las emisiones procedentes de focos fijos, se puede comprobar cómo los riesgos mayores se encuentran en las provincias de Sevilla, Cádiz y Huelva (figura 2.36).

Sevilla es la provincia que contabiliza el mayor número de focos de emisión de contaminantes –159– distribuidos entre 20 municipios, si bien es verdad que la mayoría se concentran en la propia capital (46) y sus alrededores (Alcalá de Guadaíra con 35 focos y Dos Hermanas con 23). En Cádiz, los focos de emisión ascienden a 117, distribuidos entre 8 municipios y en este caso son tres áreas las que concentran la mayoría de estos focos: el municipio de San Roque, en el Campo de Gibraltar, que incluye 44 focos de emisión; la capital provincial, con 25 y el municipio de Jerez de la Frontera en el que se inscriben 18 focos. En Huelva, con un total de 98 focos distribuidos entre 9 municipios, es donde se produce la mayor concentración de emisiones, dado que 86 de los 98 focos se localizan en el polo industrial ubicado entre la capital (42 focos) y el municipio de Palos de la Frontera (44). En las restantes provincias andaluzas los niveles de emisión de contaminantes por focos fijos son menores y además están mejor distribuidos por el espacio, si bien son destacables las concentraciones de Málaga, con 36 focos y Bailén con 26.

Por lo que respecta a las fuentes móviles, los datos de los que se dispone son más agregados, están elaborados a escala provincial y muestran que en este caso es también

Sevilla la provincia más castigada, seguida ahora por las provincias de Málaga y Córdoba. Es destacable en este sentido comprobar cómo Huelva, con grandes niveles de contaminación por focos fijos, muestra ahora muy bajos valores de contaminación (cuadro 2.8).

Por último, y en lo concerniente a emisión de pequeñas calderas domésticas e industriales, merece destacarse la importancia de la emisión de contaminantes alcanzada por Granada debido a sus bajas temperaturas invernales, seguida por Sevilla y Málaga, las provincias más pobladas de la comunidad, y a mayor distancia por las restantes provincias andaluzas (cuadro 2.9).

### 2.3.6. Los incendios forestales

Se entiende por incendio forestal un fuego no controlado por el hombre y que afecta a la vegetación que cubre los terrenos forestales. Cuando las condiciones son apropiadas, puede expansionarse por extensas superficies provocando graves daños a la vegetación, la fauna y el suelo y generando graves pérdidas ecológicas y económicas así como de vidas humanas en muchos casos.

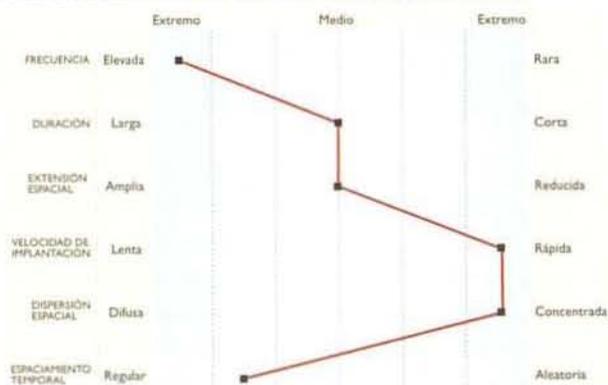
Para que el fuego tenga lugar es necesaria la coincidencia de tres elementos: el combustible, el oxígeno y el calor. El combustible en nuestro caso es vegetal, el cual arderá tanto más cuanto más seco esté; el calor procede, bien de fuentes naturales como el rayo, bien de fuentes artificiales, y el oxígeno está siempre presente en la atmósfera. Una vez iniciado el incendio, éste se propaga, bien por la superficie del suelo, quemando la vegetación herbácea y los matorrales así como los restos y despojos vegetales, bien por las copas de los árboles o bien por el subsuelo, quemando la materia orgánica seca y las raíces existentes debajo del suelo.

En realidad, el comportamiento del fuego depende de tres tipos de factores: los ligados al combustible vegetal, los climatológicos y los topográficos.

*a) Factores ligados al combustible.* Entre estos factores destaca, en primer lugar, el grado de combustibilidad, el cual se refiere a la mayor o menor facilidad que tienen los combustibles para arder. De forma genérica, la velocidad

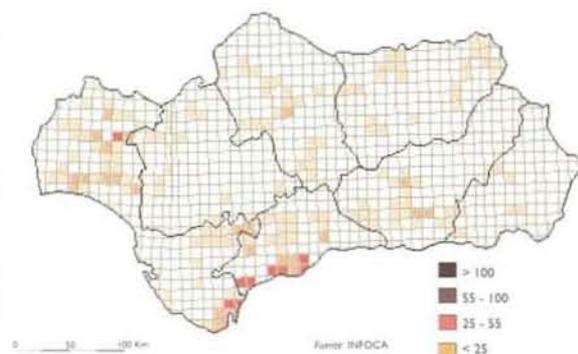
76

FIGURA 2.37. CARACTERIZACIÓN DE LOS INCENDIOS FORESTALES



Los incendios forestales se caracterizan por una frecuencia muy elevada, una duración media, una extensión espacial moderadamente amplia, una velocidad de implantación rápida, una dispersión espacial concentrada y un espaciamiento temporal regular.

FIGURA 2.38. FRECUENCIA HISTÓRICA DE INCENDIOS FORESTALES (1983-1992)



Los riesgos forestales en Andalucía presentan las frecuencias más elevadas en los enclaves montañosos, que son los ocupados mayoritariamente por paisajes forestales. Dentro de ellos resultan destacables los ubicados en las proximidades del Campo de Gibraltar.

de propagación de un incendio será decreciente según el siguiente orden: pastos, matorral, vegetación arbustiva, arbolado con sotobosque, y arbolado sin sotobosque. Pero, además, hay que tener en cuenta que la combustibilidad aumenta en las especies que contienen sustancias químicas volátiles, tales como las resinas de los pinos o las esencias de los eucaliptos.

También son importantes otros factores como la cantidad de combustible por unidad de superficie, de ahí que los residuos, despojos de podas, etc. ayuden a propagar los incendios y convenga mantener limpios los montes; la densidad de la vegetación, que es el grado de cobertura del suelo por parte de ésta y también condiciona la velocidad de propagación porque indica la mayor o menor proximidad de unas plantas respecto a otras; la estratificación de la vegetación, que alude a su distribución según el plano vertical, distinguiéndose básicamente entre las estratificaciones continuas, que propician la propagación del incendio y las discontinuas, que la dificultan; y, por último, el grado de humedad del combustible, que guarda una relación inversa con la propagación del fuego.

b) *Factores climatológicos.* Entre ellos el más importante es el viento, el cual constituye un agente fundamental de propagación del incendio dado que ejerce numerosas acciones sobre el fuego, tales como desecar la vegetación, adelantando el momento de su quema, aportar más oxígeno para la combustión, con lo cual se aviva el fuego, propagar las llamas hacia las masas vegetales que aún están sin arder, desplazar chispas o pavesas a zonas no incendiadas, generando focos secundarios, y provocar cambios imprevisibles en el fuego como consecuencia de los propios cambios generados en la dirección o la velocidad del viento.

La humedad atmosférica también es importante en tanto que determina la propia humedad del combustible. Por su parte, la temperatura, cuando es elevada, contribuye a la propagación del incendio mediante la desecación del combustible y el calentamiento del suelo, lo cual provoca corrientes ascendentes de convección que propagan el fuego.

Por todo ello, no es extraño que los incendios forestales se produzcan preferentemente en verano, con situación

de fuertes vientos desecantes y en las horas centrales del día, momento en que todos los factores climatológicos contribuyen a su génesis y propagación.

c) *Factores topográficos*. Entre estos factores destaca la pendiente, que favorece la continuidad de la vegetación y además propicia la aparición de los vientos de ladera o brisas de montaña (ladera arriba durante el día y ladera abajo durante la noche). Como consecuencia de ambos hechos, cuando el fuego avanza subiendo una ladera, su velocidad de propagación aumenta al aumentar la pendiente, dado que ésta ejerce efectos tales como: aproximar los combustibles entre sí, desecar la vegetación antes de que llegue el fuego merced a los vientos ascendentes, aumentar la velocidad del viento y originar corrientes de convección. Así, se ha estimado que la velocidad de propagación se duplica con una pendiente de un 10% y se cuadruplica con una del 20%.

También es importante la orientación de la vertiente, siendo más propicias para los incendios las solanas que las umbrías. Por último, conviene destacar la presencia de valles encajados, los cuales pueden facilitar el paso del fuego de una ladera a otra y actuar a modo de chimeneas con fuertes vientos que ayuden a la propagación del fuego.

Los "impactos" que genera son esencialmente ecológicos (daños en el suelo, la flora y la fauna, con todas las implicaciones ambientales que estos daños comportan) y en menor medida económicos, si bien suele ser frecuente también el que se pierda alguna vida humana en las tareas de asistencia en el incendio.

Los "ajustes" más eficaces ante este desastre, que puede calificarse como el desastre antrópico por excelencia —sobre todo teniendo en cuenta que un porcentaje importantísimo de los mismos es intencionado— son los relacionados con la ordenación del territorio, estableciendo normas de uso de los bosques que dificulten la aparición de incendios (mezcla de especies en lugar de bosques monoespecíficos, obligatoriedad de mantener limpios los bosques, establecimiento de cortafuegos, prohibición de acampada y uso del fuego en las zonas y las épocas de riesgos, prohibición de recalificación del fuego tras los incendios etc.). También son eficaces las medidas de

protección civil destinadas a la vigilancia y control de los incendios cuando se produzcan. Las medidas estructurales carecen prácticamente de sentido en este caso y los seguros apenas pueden paliar los numerosos y a veces incontables daños ecológicos que estos desastres ocasionan.

El riesgo de incendio forestal es en general muy elevado en Andalucía y especialmente en la estación estival como consecuencia de las elevadas temperaturas que entonces se registran, las cuales, además, se acompañan en la mayoría de los casos de unos niveles de humedad relativa extraordinariamente bajos y, ocasionalmente, de vientos muy intensos que actúan como verdaderos detonantes del fuego desde sus inicios y lo alimentan continuamente en su desarrollo. Como consecuencia de ello los incendios forestales se constituyen todos los años en uno de los protagonistas fundamentales del paisaje veraniego andaluz.

Lógicamente, este riesgo se materializa en las zonas ocupadas por paisajes forestales, las cuales, en la mayoría de los casos, coinciden con las áreas de topografía más accidentada de la región como Sierra Morena o las cadenas Béticas. Dentro de ellas, los lugares más afectados son ciertos enclaves situados en Sierra Morena occidental, el Campo de Gibraltar y el entorno de Sierra Nevada (figura 2.38). En todos ellos se pueden encontrar espacios en los que hay un riesgo extremo (más de 100 incendios detectados en el periodo 1983-1992) y muchos con riesgo alto y moderado (entre 25 y 100 incendios para el decenio). Es destacable la alta frecuencia de incendios registrada en el Campo de Gibraltar, la cual puede asociarse, además de a factores de orden antrópico, al efecto ejercido por las altas temperaturas y los intensos vientos desecantes que ocasionalmente allí se producen como consecuencia de la canalización forzada en el viento por el Estrecho de Gibraltar. Son también estos enclaves los que registran la mayor parte de los incendios que afectaron a superficies superiores a 500 ha, si bien aquí la Sierra Morena central y oriental también ocupan un protagonismo importante, y lo mismo cabe decir respecto a la intensidad de los incendios, definida ésta como el porcentaje de superficie acumulada recorrida por el fuego para el periodo de 10 años, que también muestra una distribución similar.



### 3. LOS RIESGOS TECNOLÓGICOS



LOS RIESGOS tecnológicos pueden definirse como aquellos “derivados del funcionamiento del aparato productivo, especialmente los que se refieren a la utilización de sustancias peligrosas y sistemas técnicos capaces de causar, mediante accidentes, daños a la población o al medio” (JUNTA DE ANDALUCÍA, 1992).

Frente a los riesgos naturales, los tecnológicos no tienen un agente geofísico o natural, sino un agente antrópico, siendo ésa la principal diferencia que existe entre ellos, ya que por lo demás presentan numerosos elementos en común. Coincidiendo con la definición de riesgo natural, también en los tecnológicos existen tres características que resultan claves: se trata de un fenómeno extremo, que es además azaroso e imprevisible, y que resulta dañino para el hombre y el medio. Aquí el fenómeno extremo es sustituido por el accidente—que también es azaroso e imprevisible—, el medio físico por el aparato productivo y, desde luego, en ambos casos se exige la existencia de impactos adversos para el medio y la sociedad.

Hay que advertir, no obstante, que en esta definición ya se está asumiendo un criterio restrictivo en lo concerniente a los riesgos tecnológicos, al igual que en su momento ya se hizo para los riesgos naturales, al exigirles a éstos una dimensión de anomalía, de coyunturalidad, de fenómeno extremo, lo que evitó considerar como riesgos fenómenos tales como la erosión continental, el agotamiento de los recursos minerales debido a la urbanización, etc...

También en el ámbito de los riesgos tecnológicos, si se adoptan definiciones poco restrictivas, y una noción amplia del término “tecnología”, puede introducirse una casuística muy diversa. Por ejemplo, Hohenenser, en 1983 elaboró una tipología de riesgos tecnológicos en la cual aparecen fenómenos tan dispares como la guerra nuclear o el empleo de la sacarina (cuadro 3.1). Aunque esta clasificación resulta confusa, se incluye por constituir precisamente un buen ejemplo de la dificultad que conlleva tipologizar estos riesgos. Lógicamente, no todos los fenómenos incluidos en la tipología van a ser considerados como riesgos tecnológicos; en realidad, sólo los catalogados por Hohenenser como “catástrofes raras” se adecuarían a la definición antes señalada; y aun así, no todas las “catástrofes raras” van a ser objeto de consideración.

CUADRO 3.1.  
TAXONOMÍA DE ACCIDENTES TECNOLÓGICOS

| CLASES                            | EJEMPLOS  |
|-----------------------------------|---|
| <b>RIESGOS EXTREMOS MÚLTIPLES</b> | - Guerra nuclear (radiación).<br>- Recombinaciones de D.N.A., pesticidas. |
| <b>RIESGOS EXTREMOS</b>           |   |
| - Biocidas intencionales          | - Antibióticos, vacunas.  |
| - Teratógenos persistentes        | - Minas de uranio, manufactura caucho.                                    |
| - Catástrofes raras               | - Explosiones, accidentes de aviación.                                    |
| - “Asesinos” comunes              | - Accidentes de coches, minería de carbón (enfermedades pulmonares).      |
| - Amenazas difusas globales       | - Liberación de CO <sub>2</sub> , disminución agujero de Ozono (CFC).     |
| <b>OTROS RIESGOS</b>              |   |
| - Riesgos puntuales               | - Sacarina, aspirina, bicicletas, patines.                                |

Fuente: Hohenenser et al. (1983), citado por Smith (1993): “Environmental hazards. Assessing risk and reducing disaster”, Routledge.

Las “catástrofes raras” pueden sobrevenir como consecuencia de diversas causas, esencialmente de las estructuras ingenieriles a gran escala (embalses, puertos, edificios públicos...), de la actividad industrial (manufacturas, producción de energía, almacenamiento y transporte de materias peligrosas) o de los transportes públicos (aire, mar, ferrocarril). La consideración de los riesgos derivados de fallos en las estructuras ingenieriles, así como los asociados a accidentes en transportes públicos llevarían demasiado lejos, perdiéndose además la dimensión territorial de estos fenómenos. En efecto, cualquier estructura ingenieril es susceptible de sufrir un fallo, lo que obligaría a cartografiarlas todas, incluidos los propios edificios; algo similar sucede con los transportes públicos, en los cuales la accidentalidad es un carácter consustancial, de forma tal que está perfectamente asumido que en cualquier ruta aérea, marítima o terrestre puede haber un accidente en un momento dado. Por todo ello, se considerarán únicamente los riesgos derivados de las actividades, ya sean éstas industriales, militares o de otro tipo, y los asociados al transporte de mercancías peligrosas que éstas conllevan.



Aunque en algunos casos el grado de peligrosidad asociado a la industria se percibe fácilmente, no siempre la imagen es capaz de transmitir el riesgo potencial. Fuente: Monteagudo, J., 1982.

En todos estos riesgos se presupone la existencia de procesos o materiales especialmente peligrosos y susceptibles de generar fallos o accidentes con impactos muy graves sobre el medio y la sociedad. En esa medida quedan muy bien definidos en el Real Decreto sobre Industrias en General para la Prevención de Accidentes Mayores en determinadas Actividades, en el cual se describe el accidente mayor como "cualquier suceso tal como una emisión, una fuga, un vertido, un incendio o una explosión que sea consecuencia de un desarrollo incontrolado de una actividad industrial, que suponga una situación de grave riesgo, catástrofe o calamidad pública, inmediata o diferida para las personas, el medio ambiente o los bienes, bien sea en el interior o en el exterior de las instalaciones" (Real Decreto 886/1988 de 15 de julio).

La definición es lo suficientemente precisa y globalizadora como para incluir todos los fenómenos derivados, tanto de la emisión de grandes cantidades de energía (incendios o explosiones), como de materias especialmente peligrosas (emisiones, fugas o vertidos), las cuales reciben este carácter por ser inflamables, explosivas, corrosivas o tóxicas. A su vez, la definición contempla tanto las catástrofes inmediatas como las diferidas. Es cierto, sin embargo, que en general la atención se centra en las actividades capaces de generar un daño inmediato por un accidente grave, dado que es muy difícil la evaluación de los riesgos diferidos en el tiempo, los cuales suelen derivarse

de la emisión de ciertas sustancias contaminantes. Por ello, los sectores químico y energético son los que suelen centrar la atención, así como el transporte de mercancías peligrosas que, en general, abastece a esas industrias.

Serán, pues, estos sectores los principales protagonistas de este capítulo, si bien se tendrán en cuenta, además, ciertas actividades que, siendo potencialmente peligrosas, quedan excluidas del Real Decreto 886/1988, de 15 de julio, por estar contempladas en otras normas legales. Nos referimos concretamente a las instalaciones nucleares y radiactivas, militares, y las que gestionan los residuos tóxicos y peligrosos.

Estos riesgos, en lo relativo a los impactos, se caracterizan por el hecho de ser tan brutales o más que los propios riesgos naturales. Así, algunas sustancias tóxicas, incluidas las radiactivas, pueden llegar a crear malformaciones genéticas que se transmiten a las generaciones futuras. Asimismo, puede resultar muy larga y laboriosa la recuperación de acuíferos o de suelos contaminados por derrames, etc.

También los ajustes emprendidos en la lucha contra los riesgos tecnológicos presentan ciertas peculiaridades que los individualizan respecto a los naturales.

Por lo que respecta a la modificación del evento físico, y dado que aquí la causa de la catástrofe es un fallo o accidente humano, las posibilidades son mayores que en el ámbito de los riesgos naturales y están orientadas a mejorar las estructuras ingenieriles de forma que aumente su seguridad. De hecho —y aunque no es posible diseñar unas estructuras totalmente ausentes de accidentalidad— cada vez son más estrictas las normas legales relativas a la seguridad de las mismas, siendo en este sentido crucial el accidente de Seveso, en Italia, el cual dio lugar precisamente a la denominada Directiva Seveso, cuyo objeto es mejorar la seguridad en las plantas industriales, vigente en los países de la Unión Europea desde 1982.

También en las medidas dirigidas a modificar la vulnerabilidad a los daños existen muchas posibilidades en este ámbito de los riesgos tecnológicos, desarrollándose básicamente tres tipos de medidas: la implantación de sistemas de

emergencia y alerta para casos de catástrofe; la educación y preparación ciudadana para este tipo de eventos, y la planificación territorial.

Las primeras son las mejor implantadas; de hecho, actualmente, en todos los países desarrollados (incluida España) la normativa obliga a que este tipo de instalaciones peligrosas tengan elaborados planes de emergencia, tanto a nivel interno como externo. La preparación ciudadana de cara a su respuesta en caso de catástrofe parece mostrarse menos eficaz, siendo los ciudadanos poco receptivos ante este tipo de medidas. Por último, la medida preventiva por excelencia y, por tanto, la más eficaz, la planificación territorial, está todavía insuficientemente desarrollada en un buen número de países.

La planificación territorial debería separar las áreas residenciales densamente pobladas (y en especial cierto tipo de establecimientos tales como colegios, hospitales,...) de las actividades peligrosas (industriales, militares...) y de sus rutas de transporte asociadas, pero en la práctica esto no siempre sucede así.

En general, en todos los países existen medidas que impiden la instalación de este tipo de industrias en las proximidades de los núcleos de población, si bien es verdad que no existe acuerdo en torno a las distancias que conviene respetar en cada caso. Ahora bien, estas medidas rara vez consiguen sus propósitos, dados los fuertes intereses del mercado del suelo urbano; en muchas ocasiones son los propios núcleos de población los que se aproximan a las instalaciones industriales, que en principio se encontraban situadas a las distancias establecidas por la ley. El resultado es que, con más frecuencia de la deseable, población e industria peligrosa se encuentran entremezcladas, lo que obliga a la elaboración de planes de emergencia para proteger a las personas potencialmente afectadas.

En algunos casos, es la propia población la que rechaza la proximidad de cierto tipo de instalaciones, que en general son centrales nucleares, depósitos de almacenamiento o incineradoras de residuos, campos de tiro, etc. Estas instalaciones —que, por cierto, no siempre son las más peligrosas— suelen encontrar dificultades para su ubica-



La concentración de la industria en determinados ámbitos multiplica considerablemente el riesgo de que se produzcan catástrofes. Fuente: Monteagudo, J., 1989.

ción, debiendo ocuparse de ellas también la planificación territorial, al objeto de distribuirlas adecuadamente sobre el espacio. La realidad es que, más que la planificación territorial, lo que decide en estos casos es la negociación con los municipios afectados y, casi siempre, el ofrecimiento de contraprestaciones económicas para soportar una actividad, en principio rechazable, pero que redundaría en el bien de toda la comunidad.

Las medidas encaminadas a *modificar el peso de las pérdidas* también presentan ciertas singularidades en este tipo de riesgos. En primer lugar, los países subdesarrollados suelen tener que soportar estos acontecimientos con menos ayuda internacional que si se tratase de un desastre natural. En el mismo sentido, en los propios países desarrollados suele implantarse como mecanismo de redistribución del peso de las pérdidas la indemnización en lugar de la ayuda.

La indemnización es una forma mucho menos espontánea de compartir pérdidas que la ayuda y, de hecho, suele ser rechazada por el responsable, el cual debe ser obligado legalmente a efectuarla. Estos litigios suelen ralentizar mucho el proceso, de forma que las indemnizaciones pueden demorarse durante años (recuérdese el caso de la presa de Tous), en los cuales la víctima puede morir; la empresa responsable puede quebrar o, en suma, pueden tener lugar multitud de circunstancias que impidan el cobro final de la

84 CUADRO 3.2.  
INDUSTRIAS QUE DISPONEN DEL PLAN DE EMERGENCIA  
EXTERIOR DEL SECTOR QUÍMICO

| PROVINCIA | EMPRESAS  | MUNICIPIO            |
|-----------|---|----------------------|
| CÁDIZ     | REPSOL-BUTANO   | San Roque            |
|           | Refinería Gibraltar (CEPSA)                                   | San Roque            |
|           | Petroquímica Española S.A. (PETRESA)                          | San Roque            |
| CÓRDOBA   | REPSOL-BUTANO   | Córdoba              |
|           | Cia. logística de Hidrocarb. (C.L.H.)                         | Córdoba              |
| GRANADA   | REPSOL-BUTANO<br>Fulfural Español S.A.                        | Peligros<br>Caniles  |
| HUELVA    | Cia. logística de Hidrocarburos (C.L.H.)                      | Palos de la Frontera |
|           | Empresa Nacional del Gas (ENAGAS)                             | Palos de la Frontera |
|           | ERTISA  | Palos de la Frontera |
|           | Refinería La Rábida (ERTOIL)                                  | Palos de la Frontera |
|           | FERTIBERIA Amoniaco-Urea                                      | Palos de la Frontera |
|           | FORET Palos   | Palos de la Frontera |
|           | IEASA   | Palos de la Frontera |
|           | REPSOL-BUTANO   | Palos de la Frontera |
|           | FERTIBERIA-Huelva. Abonos Empresa Nacional de Celulosa (ENCE) | Huelva               |
| MÁLAGA    | REPSOL-BUTANO   | Málaga               |
|           | REPSOL-PETRÓLEOS  | Málaga               |
| SEVILLA   | REPSOL-BUTANO   | Dos Hermanas         |

Fuente: Servicio de Protección Civil. Consejería de Gobernación. Junta de Andalucía.

indemnización. Por eso, aunque por esta vía puede llegar a cobrarse mucho dinero, no suele ser un mecanismo efectivo para compartir el peso de las pérdidas.

Como en los riesgos naturales, aquí también tiende a imponerse cada vez más el seguro frente a este tipo de eventos. En los países desarrollados ya muchos ciudadanos se benefician de él a través de los seguros de vida, que suelen ser multirisgos; en los países subdesarrollados, sin embargo, este mecanismo es aún impensable. En cualquier caso, tanto en unos como en otros tiende a enfatizarse la cobertura del seguro por parte de las propias industrias, que de este modo se ven además estimuladas para incrementar sus medidas de seguridad.

### 3.1. LOS RIESGOS DE ACCIDENTES MAYORES ASOCIADOS A LAS ACTIVIDADES

#### 3.1.1. Los producidos por la industria

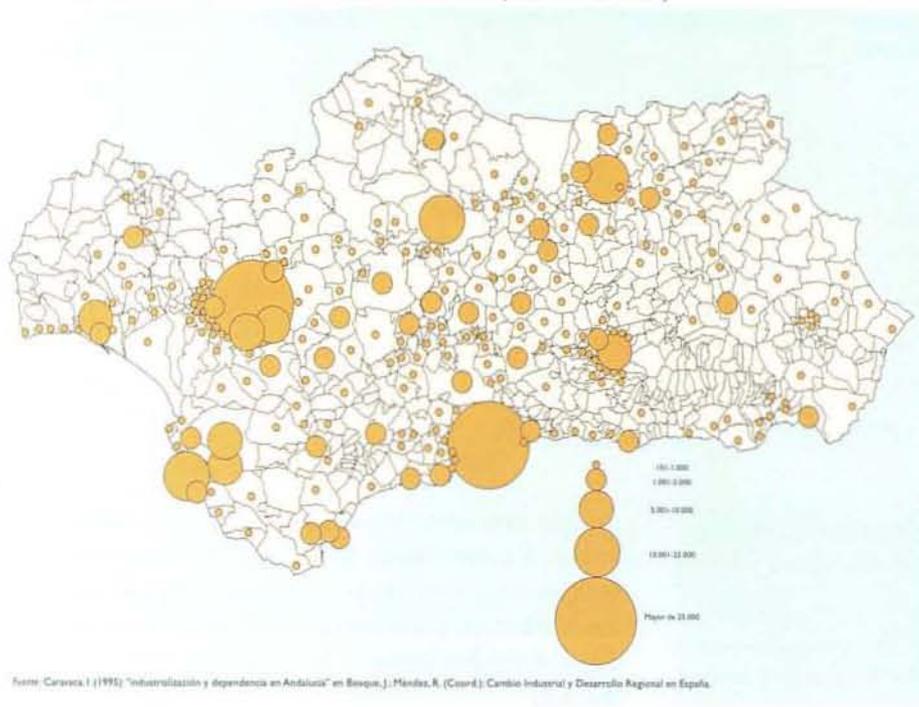
Sin duda, es la actividad industrial la principal generadora de riesgos de naturaleza tecnológica, hasta el punto de haber sido objeto de una normativa legal que se ocupa de regular este aspecto concreto; nos referimos a los Reales Decretos 886/1988 de 15 de julio y 952/1990 de 29 de junio sobre Industrias en General, para la Prevención de Accidentes Mayores en determinadas actividades.

La definición de estas normas es lo suficientemente precisa y globalizadora como para incluir los fenómenos derivados, tanto de la emisión de grandes cantidades de energía (incendios o explosiones) como de materias especialmente peligrosas (emisiones, fugas o vertidos). En relación a ello, los sectores químico y energético son los que concentran los riesgos, así como el transporte de mercancías peligrosas que, en general, abastece a estas industrias.

Los citados decretos intentan definir las actividades susceptibles de generar accidentes mayores, excluyendo algunas actividades contempladas en otras normas legales (instalaciones nucleares, radiactivas y militares, actividades mineras y gestión de residuos tóxicos y peligrosos). Para ello enumeran una serie de sustancias peligrosas, las cuales, a partir de ciertos umbrales cuantitativos, convierten a las actividades que las utilizan en objeto de las normas. Asimismo, describen un elenco de procesos industriales en que presumiblemente, según las tareas productivas que desarrollan, dicha normativa es de aplicación. Esto, en principio, permitiría identificar las actividades sometidas a los decretos, si no fuera porque no siempre resulta sencillo conocer las sustancias y procesos utilizados por las distintas actividades económicas. En función de ello, son las propias actividades concernidas las que deben darse a conocer a la Administración, al objeto de que ésta supervise los Planes de Emergencia Interior de las industrias y colabore con ellas en los Planes de Emergencia Exterior, que son preceptivos para estas actividades.

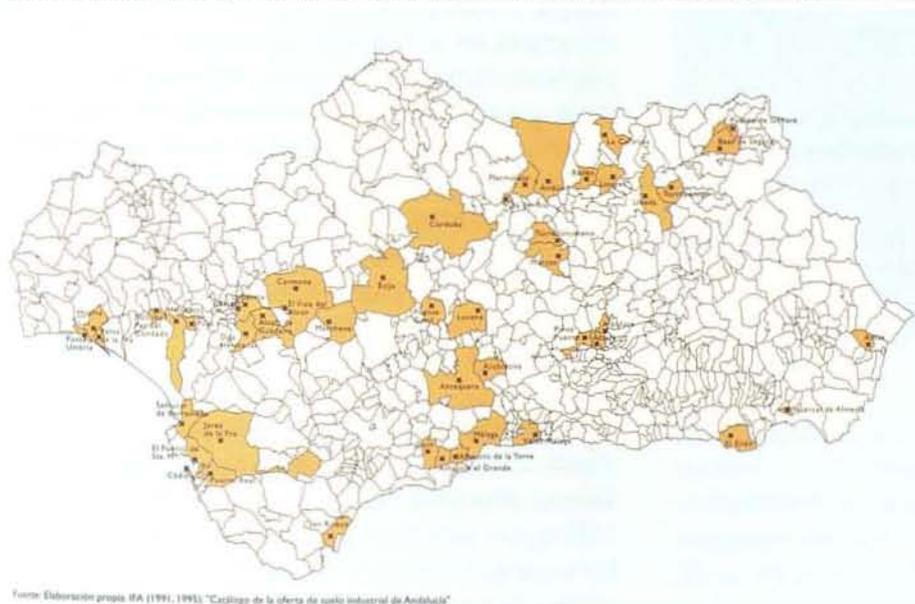
A pesar de que el primer Real Decreto está vigente desde hace ya siete años, son todavía pocas las industrias

FIGURA 3.1.  
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL EMPLEO INDUSTRIAL (DICIEMBRE 1990)



Aunque no toda la actividad industrial lleva aparejada la generación de accidentes mayores, el mapa de la distribución espacial de la industria en Andalucía puede servir como primer indicador de aquellas zonas que, al concentrar más industria, pueden ser potenciales focos de riesgo.

FIGURA 3.2.  
LOCALIZACIÓN DE INDUSTRIAS POTENCIALMENTE GENERADORAS DE ACCIDENTES MAYORES



Núcleos de población con polígonos y zonas industriales en los que se ubican actividades productivas susceptibles de fabricar, manipular, almacenar o transportar sustancias y/o productos químicos catalogados como peligrosos.

86 CUADRO 3.3.  
EXPLOTACIONES MINERAS EN LAS QUE SE HAN DETECTADO RIESGOS ALTOS EN 1995 (TANTO POR CIENTO SOBRE LAS VISITADAS)

|         | DESILIZAMIENTOS | DESPRENDIMIENTOS | HUNDIMIENTOS | INCENDIOS | INUNDACIÓN | VIBRACIONES Y VOLADURAS |
|---------|-----------------|------------------|--------------|-----------|------------|-------------------------|
| ALMERÍA | 17,3            | 25,9             | 0,7          | 0,0       | 2,2        | 1,4                     |
| CÁDIZ   | 8,5             | 11,6             | 0,4          | 0,0       | 6,2        | 0,4                     |
| CÓRDOBA | 3,6             | 4,4              | 5,1          | 0,3       | 5,8        | 1,2                     |
| GRANADA | 0,0             | 0,2              | 0,0          | 0,0       | 0,0        | 0,0                     |
| HUELVA  | 3,8             | 5,7              | 0,5          | 0,0       | 0,9        | 0,5                     |
| JAÉN    | 0,0             | 0,0              | 0,0          | 0,2       | 0,0        | 0,0                     |
| MÁLAGA  | 1,1             | 3,4              | 0,0          | 0,0       | 5,1        | 0,5                     |
| SEVILLA | 3,0             | 7,4              | 0,6          | 0,6       | 13,5       | 0,0                     |

Fuente: Informe Junta de Andalucía, Medio Ambiente en Andalucía, 95.

#### LOCALIZACIÓN DE ACTIVIDADES POTENCIALMENTE GENERADORAS DE RIESGOS TECNOLÓGICOS

En Andalucía existen varias concentraciones de actividades con alto potencial de generar accidentes de cierta magnitud:

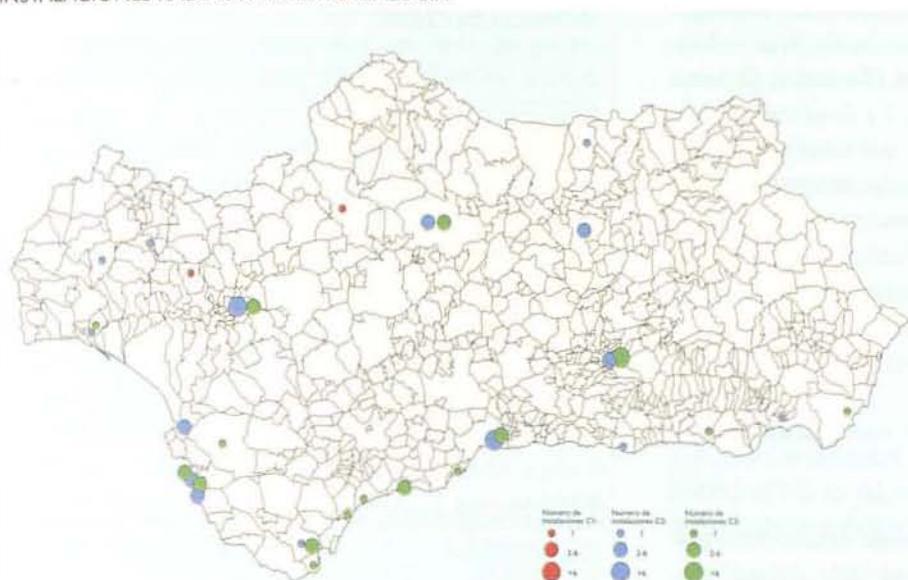
- Complejos petroquímicos de Huelva y Bahía de Algeciras, así como algunas industrias energéticas y químicas dispersas.
- Concentraciones industriales más diversificadas, entre las que se incluyen algunas potencialmente peligrosas, en las aglomeraciones urbanas.
- Grandes puertos con intenso tráfico de productos peligrosos.
- Riesgos asociados a los vertidos incontrolados de residuos industriales y urbanos, así como a los depósitos de combustible existentes en las gasolineras.
- Desde la segunda mitad de la década de los 80, se están llevando a cabo planes de descontaminación en los enclaves industriales con mayor riesgo.

que han procedido a esta declaración que permite la elaboración consecuente del Plan de Emergencia Exterior. En concreto, sólo veinte empresas han cumplimentado estos trámites, y la mayoría se encuentran en los polígonos industriales situados en el entorno de Huelva (cuadro 3.2).

Por otra parte, la distribución espacial de la industria en Andalucía muestra el panorama que se dibuja en la figura 3.1, en la que se aprecia el peso de las aglomeraciones urbanas. Así, Sevilla, Málaga y Bahía de Cádiz, y en menor medida Granada, Córdoba y Jaén, concentran una parte importante de las industrias; no son, desde luego, Huelva y la Bahía de Algeciras las principales protagonistas del hecho industrial, pese a que concentran una buena parte del sector químico. Es obvio que no hay que confundir actividad industrial con actividad generadora de accidentes mayores, pero, sin entrar de lleno en la especialización industrial, que sería la que daría la pauta de la peligrosidad potencial de las empresas, esta figura puede constituir una primera aproximación de la posible distribución de los riesgos.

Lógicamente, debería realizarse una investigación encaminada a localizar todas las actividades sometidas al Real Decreto 886/1988, de 15 de julio, y el de 29 de junio de 1990 que lo complementa; dado que no existe, se ha utilizado como fuente el "Catálogo de la oferta de suelo industrial de Andalucía" (IFA, 1991 y 1994) seleccionando

FIGURA 3.3.  
INSTALACIONES RADIATIVAS EN ANDALUCÍA



Fuente: INSUR (1984) "Tráfico de mercancías peligrosas en Andalucía. Aplicación al estudio de posibles ubicaciones de aparcamientos para el transporte de mercancías peligrosas por carretera". Consejería de Obras Públicas y Transportes, Junta de Andalucía.

De las tres categorías en que se dividen las instalaciones que generan, utilizan o almacenan sustancias radiactivas, la primera es la que entraña una mayor peligrosidad. Sólo un municipio (Hornachuelos, periférico en la región, está afectado por este primer grado de peligrosidad.

aquellos polígonos y zonas en los que se ubican industrias potencialmente peligrosas. Los resultados aparecen plasmados en la figura 3.2.

Fundamentalmente, se trata de emplazamientos industriales en los que se desarrollan actividades productivas susceptibles de almacenar, transportar y/o manipular sustancias y productos químicos catalogados como peligrosos en la reglamentación que nos ocupa. En general, pueden reseñarse industrias del sector químico y agroalimentario entre las cuales algunas, como por ejemplo las que manejan alcoholes, pueden llegar a ser muy peligrosas. Como muestra la figura 3.2, un número nada desdeñable de asentamientos industriales distribuidos por todo el territorio andaluz, configura el mapa de riesgo industrial potencial de Andalucía. Hay que advertir, no obstante, que en esta selección están ausentes todas las industrias ubicadas en polígonos y zonas industriales colmatados, los cuales lógicamente no tienen ya ningún tipo de oferta de suelo industrial, así como las industrias singulares, es decir, aquéllas no ubicadas en polígonos o zonas industriales. Si estas industrias se añadieran a las ya contabilizadas —y sería una excelente iniciativa la

elaboración de algún estudio en ese sentido— el mapa de riesgo resultaría completo.

Caso aparte constituyen aquellas explotaciones mineras en las que se ha detectado un alto potencial de riesgos. Los valores que se recogen en el cuadro 3.3 son porcentajes de riesgos altos detectados respecto a las explotaciones visitadas. Los valores relativos más altos se dan en la provincia de Almería y son debidos a desprendimientos y deslizamientos, que afectan también en muy alto grado a la provincia de Cádiz. Destaca, asimismo, en la provincia de Sevilla el alto riesgo de inundación.

### 3.1.2. Los riesgos asociados a actividades nucleares

Mayor significación, en cuanto a sus potenciales efectos, no tanto a su frecuencia o representación en el territorio, presentan los riesgos vinculados a las actividades nucleares o radiactivas y a las instalaciones y actividades militares. Existen tres categorías de instalaciones radiactivas en función de su mayor o menor grado de peligrosidad.

88 Como muestra la figura 3.3, dado que no existen centrales nucleares en la región, la única actividad de la categoría I es el centro de almacenamiento de residuos radiactivos de "El Cabril" en Hornachuelos (Córdoba). El resto de las instalaciones de las categorías 2 y 3, corresponde a ciertas actividades industriales en las que tienen lugar procesos que se desarrollan con materiales radiactivos y, sobre todo, a centros médicos y sanitarios y a centros de investigación y docencia. De ahí la ubicación preferente que registran en las capitales provinciales y en los grandes núcleos de población.

### 3.1.3. Los riesgos relacionados con instalaciones militares

Pueden constituir una fuente de riesgo catastrófico por dos razones fundamentales. En primer lugar, porque convierten a las áreas sobre las que se asientan en objetivos de primera magnitud en caso de conflagración bélica. En segundo lugar, porque, en general, suelen utilizar materiales de naturaleza peligrosa tales como explosivos, radiactivos, etc. No obstante, se utiliza la expresión "en general", porque no siempre las instalaciones militares adolecen de este carácter.

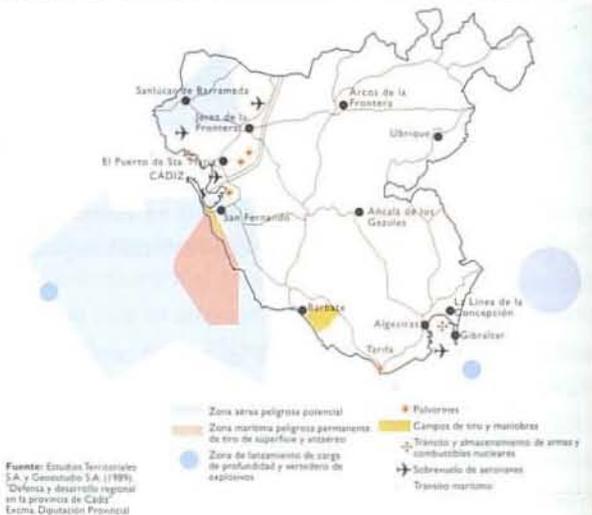
En efecto, el término "instalación militar" es lo suficientemente amplio como para incluir realidades muy diversas. Según la definición que ofrece el Ministerio de Defensa "una instalación militar es aquella que emplea el Ejército para el cumplimiento de sus fines y que en virtud de cualquier clase de título usa para el desarrollo de dichos fines" (Orden del 27 de abril de 1974). Se incluyen como tales:

- Edificios y sus instalaciones de carácter permanente destinados al personal, armamento, material y equipos de las Unidades Orgánicas, de acuerdo con sus plantillas en tiempos de paz, que permitan la formación y adiestramiento del personal y mantenga su eficacia.
- Las destinadas a facilitar las funciones de mando y Administración.
- Las dedicadas a instrucción de todo el personal militar.
- Las referentes al material y equipo en su fabricación, almacenaje y mantenimiento.

FIGURA 3.4.  
INSTALACIONES MILITARES EXTENSIVAS EN LA PROVINCIA DE CÁDIZ



FIGURA 3.5.  
ELEMENTOS DE RIESGO MILITAR EN LA PROVINCIA DE CÁDIZ



Como muestran estas figuras, las instalaciones militares existentes y los elementos de riesgo militar en la provincia de Cádiz se localizan principalmente a lo largo de la franja litoral.

- e) Las utilizadas para la asistencia sanitaria de personal de la Administración militar y sus familias.
- f) Las empleadas para el alojamiento y cuidado del ganado.
- g) Las de carácter social para el personal militar y sus familias.
- h) Otras de aplicación militar diversa de carácter permanente que no estén incluidas en los apartados anteriores.

Posiblemente, la máxima peligrosidad debe atribuirse a las bases militares, que constituyen las instalaciones más complejas que existen, si bien también hay fuerte accidentalidad en polvorines, polígonos de tiro, polígonos de maniobra, etc. En general, este tipo de instalaciones suele situarse en el exterior de los núcleos urbanos, precisamente por la elevada peligrosidad que conllevan y por lo extenso de las superficies que necesitan, y esto contribuye a reducir su riesgo potencial.

Un conocimiento adecuado de los riesgos tecnológicos existentes en la región exigiría un análisis pormenorizado de la ubicación de todas las instalaciones militares, pero sólo se ha dispuesto de un estudio de este tipo: Estudios territoriales S.A. y Geoestudio S.A., 1989.

Aunque el estudio es parcial –una sola provincia– hay que reseñar que se trata, con gran diferencia, de la más militarizada de toda la región por la ubicación en ella del estrecho de Gibraltar, probablemente la zona geoestratégica más importante de la Península dado que confluyen en ella la colonia británica de Gibraltar, la frontera sur de la Unión Europea, la proximidad a las plazas africanas de Ceuta y Melilla, el centro del eje defensivo Canarias-Estrecho-Baleares, etc.

Como muestra la figura 3.4, un total de 23 instalaciones de este tipo se sitúan a lo largo de toda la franja litoral provincial y, entre ellas, conviene destacar la base aeronaval de Rota y la base aérea de la Parra, en Jerez de la Frontera, a las que habría que añadir la propia base de Gibraltar, no inscrita en el mapa por su no pertenencia a la provincia de Cádiz.

Todas estas instalaciones, además de sus numerosas repercusiones territoriales, dotan a toda esta franja litoral de un elevado riesgo, cuyas facetas más llamativas aparecen plasmadas en la figura 3.5. Destacan los dos grandes

polos de peligrosidad que se sitúan en la Bahía de Cádiz, con Rota y San Fernando como principales enclaves militares, y en la zona de Campo de Gibraltar, Tarifa, que a sus riesgos militares fijos asocia los derivados del intenso tráfico marítimo. **89**

Hay que destacar, por último, que desde 1989 –fecha de publicación del trabajo en el cual se basa este análisis del riesgo militar– hasta la actualidad, pueden haberse producido algunos cambios. No obstante, no parece que éstos sean lo suficientemente importantes como para alterar su significado general.

### 3.2. LOS RIESGOS VINCULADOS AL DEPÓSITO O ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS TÓXICOS Y PELIGROSOS

Cualquier almacenamiento de residuos, sólidos o líquidos, se puede considerar potencialmente peligroso en función del volumen del depósito y, sobre todo, de las características y composición de los residuos acumulados.

La legislación estatal (Ley 20/1986, de 24 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, y el reglamento que la desarrolla -Real Decreto 833/1988) definió los residuos tóxicos y peligrosos e incorporó la normativa europea al respecto, hasta ese momento. La Ley 7/94 de 18 de mayo de Protección Ambiental de Andalucía y el Reglamento de residuos de la Comunidad Autónoma de Andalucía –Decreto 283/95–, adaptan la normativa estatal y europea, y establecen los mecanismos de gestión de los residuos, tanto urbanos como peligrosos.

La decisión 94/904/CE de 22 de diciembre, establece la Lista de Residuos Peligrosos, a la que Andalucía, en los trabajos para la elaboración del Plan de Gestión de Residuos Peligrosos incorpora una Lista complementaria de Residuos Potencialmente Peligrosos. El resumen de la información obtenida para el citado Plan aporta un total de 134.338 tm/año de residuos industriales y 520 tm/año de residuos biosanitarios especiales.

La mayor parte de la producción real de residuos peligrosos o potencialmente peligrosos se concentra entre las tres provincias occidentales de la región; entre Huelva,

## TIPOLOGÍA DE RESIDUOS PELIGROSOS

Los residuos peligrosos pueden ser de tres tipos según su origen:

- 1.- Los residuos productivos, asociados a la extracción de materias primas y al proceso de fabricación.
- 2.- Los procedentes del consumo doméstico de productos químicos, vertidos por los desagües o depositados en vertederos.
- 3.- Los derivados de las propias actividades de control de la contaminación, ya que los filtros de canalización captan materias residuales peligrosas, que refuerzan la toxicidad de algunas sustancias.

Atendiendo a su naturaleza, las principales clases de residuos peligrosos son las siguientes:

- Disolventes, sobre todo los halogenados con muy alta toxicidad y estabilidad en el medio.
- Líquidos oleosos, producidos por las industrias metalúrgicas, eléctricas, de automoción y las que se dedican a la fabricación de electrodomésticos de línea blanca.
- Restos de pinturas, barnices y tintes que se encuentran en forma de lodos de consistencia variable, generados con la fabricación de recubrimientos, barnices, tintas y colorantes.
- Fangos de apresto y tratado de metales.
- Residuos de cocción, fusión e incineración, cuyo origen se encuentra en diversos procesos térmicos (industrias energéticas, metalúrgicas, minería...).
- Materiales generados por síntesis orgánica, minerales líquidos y sólidos en múltiples procesos productivos de la industria química básica, farmacéutica y de fertilizantes y plaguicidas.
- Restos sucios de productos orgánicos e inorgánicos.
- Residuos derivados de la preparación de aguas y de procesos diversos de depuración.

Para caracterizar con precisión estos tipos de residuos, se utilizan criterios cuantificables, tales como: corrosividad, irritación, carcinogenicidad, mutagenidad, propiedades bacteriológicas, etc. (Campins Eritja, M.)

FIGURA 3.6. DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE EQUIPAMIENTOS PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS TÓXICOS Y PELIGROSOS



Si bien todas las provincias andaluzas cuentan con equipamientos destinados a la gestión de residuos tóxicos y peligrosos, la concentración es mayor lógicamente en el polo químico de Huelva.

Cádiz y Sevilla producen el 77% del total regional. Respecto a la gestión (figura 3.6.), en Andalucía se está tratando, conforme a la legislación vigente, el 53% de los residuos generados; el resto se entrega a terceros, se somete a una autogestión inadecuada, o se deposita como residuo urbano. Destaca el alto nivel de gestión alcanzado en la provincia de Cádiz (66%), seguida de Almería (56%) y Huelva con el 51%. Estos niveles coinciden, en la mayoría de los casos, con la presencia de las grandes empresas productoras en provincias concretas.

A pesar del interés que despierta la consideración de los residuos potencialmente peligrosos, siguen permaneciendo fuera de estos inventarios materias con gran significación en Andalucía, y susceptibles de ocasionar riesgos, como el almacenamiento de alpechines, los plásticos vinculados a los cultivos forzados, etc.

La mayor parte de los residuos se tratan en la Planta de Inertización de Palos de la Frontera, y el resto salen de la región a través de las Plantas de Transferencia de Huelva y Córdoba.

Un papel singular representa el Centro de Almacenamiento de residuos radiactivos de El Cabril, en Hornachuelos

CUADRO 3.4.  
PRODUCCIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS O POTENCIALMENTE  
PELIGROSOS Y NIVELES DE GESTIÓN CONFORME A LA LEGISLA-  
CIÓN VIGENTE

| PROVINCIA | RESIDUOS<br>(T/MIAÑO) | NIVEL DE GESTIÓN<br>(% S / RESIDUOS) |
|-----------|-----------------------|--------------------------------------|
| Almería   | 6.448                 | 56                                   |
| Cádiz     | 30.092                | 66                                   |
| Córdoba   | 7.657                 | 21                                   |
| Granada   | 6.717                 | 25                                   |
| Huelva    | 47.287                | 51                                   |
| Jaén      | 4.299                 | 31                                   |
| Málaga    | 6.045                 | 38                                   |
| Sevilla   | 25.793                | 36                                   |
| Andalucía | 134.338               | —                                    |

Fuente: C.M.A. 1997. Plan de Gestión de Residuos Peligrosos.

CUADRO 3.5.  
NÚMERO DE ACTIVIDADES INDUSTRIALES POTENCIALMENTE  
CONTAMINADORAS DE SUELOS

| PROVINCIA | Nº MUNICIPIOS<br>AFECTADOS | Nº ACTIVIDADES | % EN CAPITAL<br>PROVINCIAL |
|-----------|----------------------------|----------------|----------------------------|
| Almería   | 19                         | 82             | 50                         |
| Cádiz     | 30                         | 243            | 23                         |
| Córdoba   | 26                         | 153            | 52                         |
| Granada   | 29                         | 121            | 26                         |
| Huelva    | 25                         | 141            | 53                         |
| Jaén      | 29                         | 118            | 28                         |
| Málaga    | 24                         | 222            | 62                         |
| Sevilla   | 43                         | 316            | 42                         |
| Total     | 225                        | 1.396          | 42                         |

Fuente: MOTMA, 1994.

(Córdoba), dependiente de ENRESA, y el recién habilitado Depósito de Seguridad de Nerva (Huelva), con capacidad de almacenaje de 300.000 tm de residuos peligrosos y 3.000.000 tm de residuos inertes. 91

Por último, hay una serie de actividades que, por depósito o acumulación de residuos contaminan los suelos sobre los que se localizan. El Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente ha realizado un inventario (cuadro 3.5.) donde se identifican las actividades industriales potencialmente contaminantes para una posterior identificación concreta de los espacios realmente contaminados y de la prioridad de su tratamiento. Este documento, que contempla 1.396 actividades localizadas en 225 municipios andaluces, de las que el 42% se encuentran en las capitales provinciales, constituye el punto de partida para el inventario de suelos contaminados que está elaborando la Consejería de Medio Ambiente.

### 3.3. LOS RIESGOS ASOCIADOS AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

Existen, básicamente, dos estudios relativos al transporte de mercancías peligrosas en Andalucía. El primero de ellos: "Actualización de los flujos terrestres de mercancías peligrosas en España", fue realizado en 1986 por la consultora INECO, por encargo de RENFE. El segundo, realizado en la misma fecha por INSUR para la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía, alude sólo al territorio andaluz: "Tráfico de mercancías peligrosas en Andalucía. Aplicación al estudio de posibles ubicaciones de aparcamientos para el transporte de mercancías peligrosas por carretera". Ambos estudios adolecen ya de una cierta antigüedad —cerca de 10 años— si bien no parece que en este periodo se hayan registrado cambios sustanciales en el tráfico de mercancías peligrosas, salvo los asociados a la mejora de la infraestructura de carreteras y a la red ferroviaria producidos en la región en los últimos años. En consecuencia, el análisis del tráfico de mercancías peligrosas en Andalucía se va a basar en estos dos estudios que, por otro lado, son complementarios.

El primero de ellos, que tiene como escenario todo el territorio nacional, presenta dos inconvenientes: en primer

92 CUADRO 3.6  
CLASIFICACIÓN DE LAS MERCANCÍAS PELIGROSAS SEGÚN EL COMITÉ DE EXPERTOS DE LA ONU

| CLASES   | SUBCLASES  | PRINCIPALES PRODUCTOS/SUSTANCIAS  |
|--|--|---|
| 1. Sustancias y objetos explosivos                   | Subclases del 1 al 5 con riesgo decreciente.                         | Explosivos preparados, cerillas y fósforos...   |
| 2. Gases comprimidos, licuados o disueltos a presión |  | Cloro, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, anhídrido sulfuroso, anhídrido carbónico, amoníaco, gas natural, gases licuados del petróleo...   |
| 3. Líquidos inflamables                              | Dos subclases, variando los grados del punto de inflamación.         | Acetaldehidos, acetato de etilo, sulfuro de carbono, acetato de vinilo, acetona, benceno, tolueno, sileno, metanol, gasolina, queroseno, gas-oil, fuel-oil, lubricantes, disolventes, petroquímica... |
| 4. Sólidos inflamables                               | Tres subclases según el origen de la inflamación.                    | Azufre sublimado, negro de humo, carburo de calcio, tereftalato de dimetilo, caucho sintético...  |
| 5. Sustancias carburantes                            | Sustancias distintas a los peróxidos orgánicos. Peróxidos orgánicos. | Dicromato de sodio, clorato sódico y clorato potásico.  |
| 6. Sustancias tóxicas                                | Sustancias tóxicas.<br>Sustancias infecciosas.                       | Isocianatos, formaldehidos, acrilonitrilo, ácido cianhídrico, cloroformo, fenol...  |
| 7. Sustancias radiactivas                            |  |   |
| 8. Sustancias corrosivas                             |  | Agua oxigenada, ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido fosfórico, ácido clorhídrico, hipoclorito...  |
| 9. Sustancias peligrosas varias                      |  |   |

Fuente: INECO: "Actualización de los flujos terrestres de mercancías peligrosas en España". RENFE, 1986.

lugar, sólo considera el transporte terrestre de mercancías peligrosas (carretera y ferrocarril), obviando otros posibles medios de transporte, como el marítimo o el aéreo; además, y en segundo lugar, sólo considera aquellas mercancías cuyo flujo supera las 10.000 tm/año, con lo cual deja fuera de consideración todo el conjunto de los materiales radiactivos. Frente a estos inconvenientes, el estudio presenta también grandes ventajas, entre las que destaca la prolija cartografía que se hace de los flujos de mercancías peligrosas en el país y, por ende, en Andalucía.

El segundo de los estudios mencionados, relativo sólo al espacio andaluz, tiene la gran ventaja de considerar todos los posibles modos de transporte, si bien, en este caso, la cartografía es mucho más pobre y, además, sólo se consi-

deran las sustancias de mayor relevancia en la región (gas licuado del petróleo, carburantes, alcoholes, productos radiactivos y productos químicos peligrosos).

En consonancia con estos hechos, este trabajo se basará esencialmente en el primero de los estudios mencionados, el alusivo a todo el territorio español, si bien se complementará con el segundo de ellos, sobre todo en lo concerniente a los transportes aéreo y marítimo, y al que afecta a los productos radiactivos.

Hay que partir de la base de que se consideran mercancías peligrosas las que aparecen consignadas como tales en la legislación vigente, tanto nacional como internacional, las cuales responden a la clasificación realizada al respecto por el Comité de Expertos de la ONU. Estas mer-

cancias se clasifican en clases diferentes, tal como se refleja en el cuadro 3.6.

La clase 1 agrupa a las "sustancias y objetos explosivos", entre los que destacan dos tipos de productos principales: los explosivos preparados y las cerillas y fósforos. Los primeros suponen el 85% del total y su producción se localiza normalmente en las grandes zonas mineras (esencialmente Vizcaya y Asturias), siendo destinados básicamente a ocho provincias, que acumulan el 65% del consumo nacional y entre las cuales están las provincias andaluzas de Sevilla y Jaén. En cuanto a las cerillas y fósforos, son producidos en diversas fábricas distribuidas por toda España y su consumo es también nacional.

Entre los productos incluidos en la clase 2 destacan esencialmente los gases licuados del petróleo, el etileno, el oxígeno, el amoníaco y el cloro, que contabilizan el 73% de la producción total. Las empresas productoras se localizan en torno a las grandes áreas industriales, donde están ubicadas las refinerías nacionales, destacando en este sentido las provincias andaluzas de Huelva y Cádiz, además de las localizadas en otras regiones.

Los "líquidos inflamables" agrupados en la clase 3 incluyen básicamente los derivados del petróleo. En consecuencia, la producción se centra en las provincias con refinerías.

En la clase 4 se incluyen los "sólidos inflamables". Su producción se centra en las provincias de Santander, Castellón y Huesca, así como en la andaluza de Cádiz. Ninguno de los productos que se incluyen en la clase 5 se produce en Andalucía, mientras que la 6 agrupa a los "mercancías tóxicas" producidas fundamentalmente en el área industrial de Huelva y en otras provincias españolas.

La clase 7 engloba a las "sustancias radiactivas", las cuales suponen un escaso volumen de tráfico, que se evalúa en unas 500 tm/año. Los principales centros de atracción de estas sustancias son las centrales de energía nuclear —ausentes en Andalucía— y, en menor medida, los centros hospitalarios. Ahora bien, también es importante el tráfico de los residuos nucleares, llevado a cabo por ENRESA, y en el que se ve incluida la región andaluza, en virtud de la



Los vertidos, residuos y desechos no sólo contribuyen a deteriorar el agua, el suelo y el paisaje, sino que suponen también un grave peligro. Fuente: Monteagudo, J., 1989.

existencia en ella de la estación de almacenamiento de residuos radiactivos de El Cabril (Córdoba). Es cierto, sin embargo, que el tráfico que ésta genera apenas afecta a la región andaluza, dado que la estación se ubica en el límite norte de la provincia de Córdoba.

Las "sustancias corrosivas y peligrosas" que se engloban en las clases 8 y 9, se distribuyen muy diversificadamente por todo el territorio nacional.

La producción y el consumo de todas estas materias seleccionadas (no olvidemos que son sólo aquéllas cuyo volumen de transporte supera los 10.000 tm/año) aparecen reflejadas en el cuadro 3.7. En él merece destacarse la importancia de las mercancías englobadas en la clase 3 (líquidos inflamables), que suponen el 76,9% de toda la producción nacional y el 67,2% del consumo, seguidos por las clases 2 y 8. Las tres clases en su conjunto agrupan el 98,5% de la producción nacional de mercancías peligrosas y el 98% de su consumo.

El tráfico de estas sustancias se realiza esencialmente mediante un transporte terrestre, en menor medida marítimo —que sólo afectaría a las localidades dotadas de puerto— y minoritariamente aéreo. En este último caso, el volumen total transportado en 1985 se evaluó en 300 tm, debiéndose esta exigüedad, por un lado, al elevado coste del avión y, por otro, al hecho de que muchas mercancías que

94 CUADRO 3.7.  
MERCANCIAS PELIGROSAS CUYO VOLUMEN DE TRANSPORTE SUPERA LAS 10.000 TM/AÑO EN ESPAÑA (1986)

| CLASE | Nº DE MATERIAS | PRODUCCIÓN<br>Miles de tm | CONSUMO<br>Miles de tm |
|-------|----------------|---------------------------|------------------------|
| 1     | 2              | 83,0 (0,1%)               | 87,5 (0,2%)            |
| 2     | 15             | 5.936,8 (10,2%)           | 9.000,1 (18,7%)        |
| 3     | 31             | 44.618,1 (76,9%)          | 32.322,0 (67,2%)       |
| 4     | 6              | 307,1 (0,5%)              | 339,6 (0,7%)           |
| 5     | 2              | 34,3 (0,1%)               | 27,2 (0,1%)            |
| 6     | 12             | 402,2 (0,7%)              | 421,7 (0,9%)           |
| 8     | 17             | 6.642,5 (11,4%)           | 5.935,5 (12,3%)        |
| TOTAL | 85             | 58.024,0 (100%)           | 48.133,6 (100%)        |

Fuente: INECO "Actualización de los flujos terrestres de mercancías peligrosas en España", RENFE, 1986.

CUADRO 3.8.  
TRANSPORTE TERRESTRE DE MERCANCIAS PELIGROSAS EN 1986 (TM)

| MEDIO DE TRANSPORTE | Nº PRODUCTOS TRANSPORTADOS | TONELAJE TRANSPORTADO | % SOBRE EL TOTAL |
|---------------------|----------------------------|-----------------------|------------------|
| Carretera           | 173                        | 10.389.509            | 74,25            |
| Ferrocarril         | 36                         | 3.604.233             | 25,75            |
| TOTAL               | 177                        | 13.993.742            | 100,00           |

Fuente: INECO "Actualización de los flujos terrestres de mercancías peligrosas en España", RENFE, 1986.

no resultan peligrosas al transportarlas por carretera o ferrocarril, alcanzan esta característica cuando se transportan por vía aérea, de ahí que se reduzca mucho el número de sustancias que utilizan este tipo de transporte. A su vez, dentro del transporte terrestre predomina claramente el de carretera, y ello a pesar de que la accidentalidad en ferrocarril es mucho más reducida (cuadro 3.8).

### 3.3.1. El transporte por carretera de mercancías peligrosas

El transporte por carretera es, como se acaba de mencionar, el modo más utilizado para las mercancías peligrosas, no sólo en Andalucía, sino en toda España. Por lo que respecta a Andalucía, los flujos principales se producen entre Huelva y Sevilla (540.600 tm), Murcia y Granada (141.300 tm), Córdoba y Jaén (117.000 tm), Jaén y Huelva (107.700

tm), y por último, Huelva y Barcelona y Huelva y Tarragona, que en ambos casos transportan 50.000 tm de mercancías peligrosas.

En la figura 3.7 se recogen, además de los totales, los flujos detallados según clases. En conjunto, afectan esencialmente a las provincias de Cádiz, Huelva y Sevilla.

Por lo que respecta a los *explosivos y gases*, destaca el protagonismo de la provincia de Sevilla, afectando los últimos además a las provincias de Huelva, Córdoba, Málaga y Granada.

En los *liquidos inflamables* son más fuertes los flujos existentes entre Huelva y Sevilla (100.100 tm) y Córdoba y Jaén (117.000), si bien son también importantes los registrados en las provincias de Córdoba, Almería y Granada, tanto internos a la región como externos a la misma.

En los *sólidos inflamables* Andalucía se constituye esencialmente en región receptora, destacando los flujos hacia Córdoba desde Tarragona (11.700 tm) y los que se dirigen hacia Sevilla desde la provincia de Orense (1.700 tm).

En *carburantes y peróxidos* es Huelva la provincia protagonista de los tráficos, los cuales se dirigen hacia Vizcaya y Tarragona y a su vez proceden de la provincia de Huesca.

En cuanto a las *materias tóxicas*, Cádiz es provincia exportadora, yendo sus flujos hacia La Coruña y Ciudad Real. Sevilla, por su parte, importa desde Tarragona. Por último, Huelva y Jaén son tanto exportadoras como importadoras, desarrollando flujos con las provincias de Vizcaya, Madrid, Barcelona y Guipuzcoa.

En relación con las *materias corrosivas*, destaca el importante flujo que desde Jaén se dirige hacia Huelva (107.700 tm), así como el que llega a esta misma provincia desde Barcelona (28.100 tm). Son también importantes los flujos Huelva-Badajoz, Huelva-Madrid, Huelva-Ciudad Real, Huelva-Málaga, Huelva-Barcelona, Cádiz-Huesca, Murcia-Málaga y Murcia-Almería.

Como consecuencia de estos flujos, se producen las densidades de tráfico que aparecen representadas en la figura

FIGURA 3.7.  
EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS POR CARRETERA EN ANDALUCÍA SEGÚN CLASES

## CLASE 1: EXPLOSIVOS



FLUJOGRAMA DE MERCANCÍAS PELIGROSAS  
 → Trafico entre 500 y 1.000 toneladas  
 → Trafico superior a 1.000 toneladas

## CLASE 2: GASES



FLUJOGRAMA DE MERCANCÍAS PELIGROSAS  
 → Trafico entre 10.000 y 20.000 toneladas  
 → Trafico superior a 20.000 toneladas

## CLASE 3: LÍQUIDOS INFLAMABLES



FLUJOGRAMA DE MERCANCÍAS PELIGROSAS  
 → Trafico entre 1.000 y 10.000 toneladas  
 → Trafico superior a 10.000 toneladas

## CLASE 4: SÓLIDOS INFLAMABLES



FLUJOGRAMA DE MERCANCÍAS PELIGROSAS  
 → Trafico entre 1.000 y 10.000 toneladas  
 → Trafico superior a 10.000 toneladas

## CLASE 5: CARBURANTES Y PERÓXIDOS



FLUJOGRAMA DE MERCANCÍAS PELIGROSAS  
 → Trafico entre 1.000 y 10.000 toneladas  
 → Trafico superior a 10.000 toneladas

## CLASE 6: MATERIAS TÓXICAS



FLUJOGRAMA DE MERCANCÍAS PELIGROSAS  
 → Trafico entre 1 y 1.000 toneladas  
 → Trafico superior a 1.000 toneladas

## CLASE 8: MATERIAS CORROSIVAS

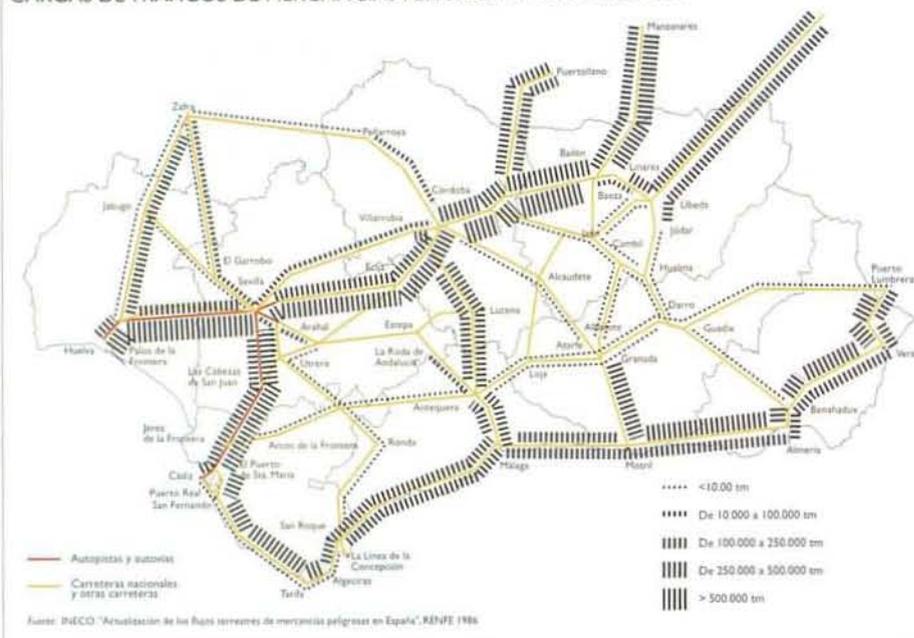


FLUJOGRAMA DE MERCANCÍAS PELIGROSAS  
 → Trafico entre 1.000 y 10.000 toneladas  
 → Trafico superior a 10.000 toneladas

Fuente: INECO "Activación de los flujos carreteros de mercancías peligrosas en España", RENFE, 1996

Los flujos por carretera de mercancías peligrosas que afectan a la región, en su mayor parte, tienen origen o destino en las provincias de Cádiz, Huelva y Sevilla.

FIGURA 3.8.  
CARGAS DE TRÁFICOS DE MERCANCÍAS PELIGROSAS POR CARRETERA



La vía de comunicación que atraviesa Andalucía en dirección al centro de España concentra los mayores flujos de mercancías peligrosas, aunque destaca también el volumen de tráfico de este tipo de mercancías por el eje litoral, que conecta los principales puertos de la región.

3.8, en la cual destaca en primer lugar el gran eje de comunicación Huelva-Sevilla-Córdoba-Jaén, además del eje sur constituido por la carretera Cádiz-Algeciras-Málaga-Almería, y por último, las comunicaciones entre ambos ejes que se producen en la autopista Sevilla-Cádiz, la carretera Córdoba-Málaga, la unión Jaén-Granada y la carretera Málaga-Granada. Lógicamente, son las autopistas, autovías y carreteras nacionales las que aparecen más sobrecargadas y, a su vez, es la unión Sevilla-Huelva la que muestra mayor protagonismo, como era de esperar. Dada la localización de la industria en la región, hay que destacar también la comunicación Jaén-Córdoba, que muestra una gran densidad de tráfico, no sólo por su flujo interno, sino además por ser la vía fundamental que une la región con el exterior, esencialmente Madrid.

La Dirección General de Transportes de la Junta de Andalucía recomienda la instalación de centros de estacionamiento y descanso para los vehículos de mercancías peligrosas. Dichos centros, algunos de ellos ya creados en las provincias de Córdoba y Huelva, permiten mejorar las condiciones de seguridad tanto internas como externas (Informe Junta de Andalucía, Medio Ambiente en Andalucía, 90).

### 3.3.2. El transporte de mercancías peligrosas por ferrocarril

Aunque también notorio, el transporte por ferrocarril es mucho menos significativo que el realizado por carretera, sobre todo en lo concerniente a los combustibles y otros productos tales como el ácido sulfúrico, la sosa cáustica, los gases licuados del petróleo y el amoníaco. Huelva es, sin duda, la provincia más concurrida por estos flujos, especialmente en relación con la provincia de Badajoz, pero también con Cáceres, Madrid, Sevilla y Zaragoza. Es destacable, asimismo, el flujo que se registra entre Córdoba y Jaén y el que parte hacia Barcelona desde la provincia de Cádiz (figura 3.9).

En cuanto al transporte específico de las distintas sustancias, si bien las catalogadas en la clase I (sustancias y objetos explosivos) no se generan en Andalucía, aunque tienen por destino las provincias de Jaén y Sevilla, las de las clases 2, 3, 4 y 6 (gases comprimidos, licuados o disueltos a presión, líquidos inflamables, sólidos inflamables y mercancías tóxicas) se producen principalmente en las provincias de Huelva y Cádiz.

FIGURA 3.9.  
EL TRANSPORTE DE MERCANCIAS PELIGROSAS POR FERROCARRIL SEGÚN LAS CLASES

CLASE 1: EXPLOSIVOS



FLUJODIAGRAMA DE MERCANCIAS PELIGROSAS  
→ Volumen entre 500 y 1.000 toneladas

CLASE 2: GASES



FLUJODIAGRAMA DE MERCANCIAS PELIGROSAS  
→ Volumen entre 10.000 y 20.000 toneladas

CLASE 3: LÍQUIDOS INFLAMABLES



FLUJODIAGRAMA DE MERCANCIAS PELIGROSAS  
→ Volumen entre 10.000 y 100.000 toneladas  
→ Volumen superior a 100.000 toneladas

CLASE 4: SÓLIDOS INFLAMABLES



FLUJODIAGRAMA DE MERCANCIAS PELIGROSAS  
→ Volumen entre 1.000 y 10.000 toneladas

CLASE 5: CARBURANTES Y PERÓXIDOS



FLUJODIAGRAMA DE MERCANCIAS PELIGROSAS  
→ Volumen inferior a 1.000 toneladas

CLASE 6: MATERIAS TÓXICAS



FLUJODIAGRAMA DE MERCANCIAS PELIGROSAS  
→ Volumen < 1.000 toneladas

CLASE 8: MATERIAS CORROSIVAS

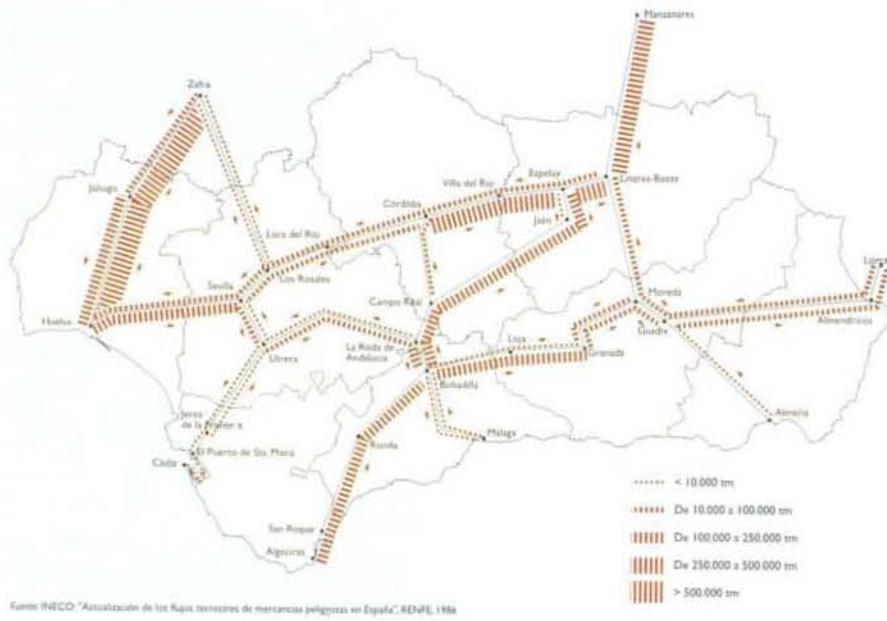


FLUJODIAGRAMA DE MERCANCIAS PELIGROSAS  
→ Volumen entre 1.000 y 20.000 toneladas  
→ Volumen superior a 20.000 toneladas

fuente: INECO "Análisis de los flujos terrestres de mercancías peligrosas en España" REPEL 1996

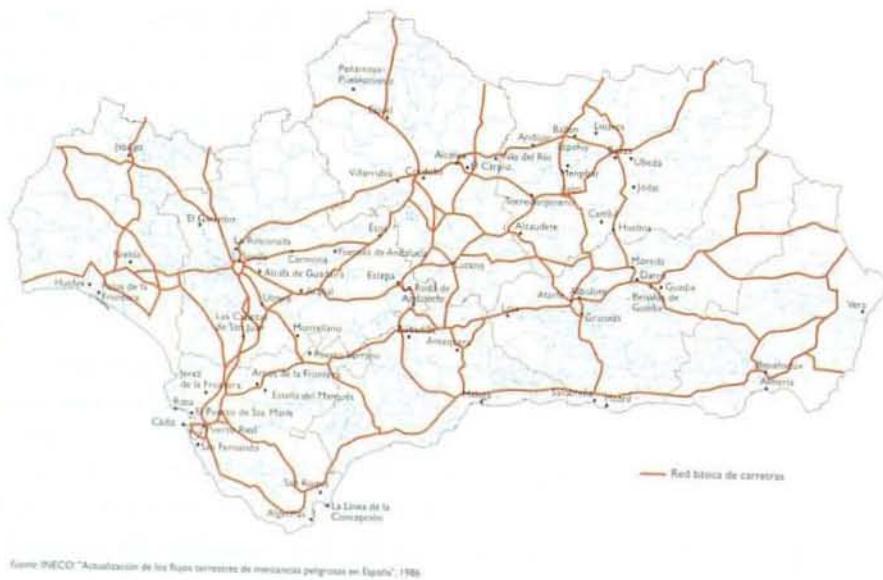
Pese a que el ferrocarril es un modo de transporte más seguro que la carretera para este tipo de mercancías, llama la atención el menor volumen de materias peligrosas trasladadas por este medio.

98 FIGURA 3.10.  
CARGAS DE TRÁFICOS DE MERCANCÍAS PELIGROSAS POR FERROCARRIL



La llamada Ruta de la Plata concentra los mayores tráficos de mercancías peligrosas por ferrocarril, seguida de la línea que une Andalucía con Madrid.

FIGURA 3.11.  
NÚCLEOS DE POBLACIÓN AFECTADOS POR EL TRANSPORTE TERRESTRE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS EN ANDALUCÍA



Como complemento de los mapas anteriores, en este se recogen todos aquellos núcleos de población que, al estar situados en las principales vías de comunicación, se ven sometidos a riesgos catastróficos derivados del transporte de mercancías peligrosas.

Por su parte, las de la clase 7 (sustancias radiactivas) se almacenan, como es sabido, en El Cabril, localidad situada al norte de la provincia de Córdoba, por lo que su tráfico afecta únicamente a una parte muy limitada de la región. Por último, las sustancias que forman parte de las clases 5 (carburantes y peróxidos orgánicos), 8 (sustancias corrosivas) y 9 (sustancias peligrosas varias) no afectan específicamente a ningún ámbito regional.

Como en el caso del transporte por carretera, los flujos por ferrocarril son más densos en las provincias más occidentales, aunque los relativos a las sustancias incluidas en algunas clases (fundamentalmente 1 y 5) afectan igualmente a la mitad oriental de la región. Se exportan también desde Andalucía los líquidos inflamables, con origen en Huelva y hacia Córdoba y Jaén, por una parte, aunque en su mayoría el tráfico se dirige hacia fuera de la región (Extremadura y Madrid principalmente). Huelva exporta también materias tóxicas hacia el País Vasco y Cataluña, mientras que Jaén envía carburantes y peróxidos hacia esta última comunidad autónoma. Por su parte, llegan a Sevilla fundamentalmente gases y sólidos inflamables, si bien esta misma provincia exporta a su vez dichos productos hacia Granada y Madrid.

Como consecuencia de estos flujos, se producen importantes cargas de tráfico de mercancías peligrosas en la red ferroviaria andaluza. Destaca en ese sentido el tramo Huelva-Badajoz, así como los ejes Huelva-Sevilla-Córdoba, Cádiz-Bobadilla-Córdoba y Algeciras-Bobadilla-Granada, y algunos otros tramos que conectan estos ejes entre sí o con el exterior de la región (figura 3.10).

Del análisis conjunto de los tráficos registrados por carretera y ferrocarril se obtienen los núcleos afectados por estos tipos de transportes. Hay que recordar que sólo se han considerado los tráficos que, con origen en una determinada factoría, tuvieran como destino localidades o zonas fuera del área de influencia de la misma. Tampoco se han considerado los productos que son objeto de un proceso de distribución zonal, es decir, el reparto de mercancías en pequeños volúmenes, transportados a pequeñas distancias y con multitud de destinos o clientes (reparto capilar). Lógicamente, si se tuvieran en cuenta estos tráficos, los núcleos afectados serían aún más numerosos (figura 3.11).

### 3.3.3. Otros tipos de transporte de mercancías peligrosas 99

En este epígrafe se incluyen los transportes aéreo y portuario, así como los que se efectúan mediante oleoductos y gaseoductos, los cuales también comportan un determinado nivel de riesgo.

En relación con el transporte aéreo, lo primero a señalar es que no existen en España estadísticas oficiales respecto al volumen de transporte de mercancías peligrosas. Si existen estimaciones, las cuales nos permiten afirmar, en primer lugar, que los tipos de mercancías más usuales en este medio son los perfumes, aerosoles, productos químicos, barnices, pinturas, alcoholes, aceites, botellas de oxígeno, isótopos radiactivos, productos pirotécnicos, etc. Además, se constata su escasa incidencia, que puede evaluarse en unos 300 tm, para el año 1985.

Ello hace que los riesgos asociados a este transporte puedan considerarse irrelevantes, lo cual no impide que los aeropuertos sean unos enclaves dotados de elevado riesgo, dado que en ellos, además de almacenarse todos estos productos, se guardan, sobre todo, cantidades ingentes de combustible, que son necesarios para el funcionamiento de los mismos.

El tráfico marítimo sí alcanza mayor relevancia, como se pone de manifiesto a través de las memorias elaboradas anualmente por los distintos puertos andaluces. Es destacable la participación del puerto de Huelva, que mueve cerca de un millón de toneladas métricas de mercancías peligrosas al año, seguido del puerto de Algeciras. Por último, y a gran distancia de los anteriores, figuran los puertos de Cádiz, Málaga y Sevilla (cuadro 3.9).

Para terminar, conviene hacer mención de los oleoductos y gaseoductos existentes en la región, los cuales suponen también un importante flujo de mercancías peligrosas a través de la misma. Estas redes aparecen recogidas en el Mapa de Infraestructura Industrial de Andalucía (Junta de Andalucía), junto a otro tipo de elementos proclives a generar riesgos de naturaleza catastrófica en la región, así como los núcleos de población susceptibles de padecerlos.

Por último, y como valoración global de los aspectos relativos a los riesgos tecnológicos en Andalucía, habría

**100** CUADRO 3.9  
EL TRÁFICO PORTUARIO DE MERCANCIAS PELIGROSAS EN LA  
COMUNIDAD ANDALUZA (TM/AÑO)

| PUERTOS   | MUELLES PARTICULARES |         | MUELLES DE SERVICIO |         |
|-----------|----------------------|---------|---------------------|---------|
|           | ORIGEN               | DESTINO | ORIGEN              | DESTINO |
| Huelva    | 650.137              | 89.938  | 117.110             | -       |
| Algeciras | 222.015              | 95.484  | 26.343              | -       |
| Málaga    | -                    | 15.873  | 1.786               | -       |
| Sevilla   | 7.391                | -       | -                   | 17.673  |
| Cádiz     | -                    | -       | 5.979               | 14.011  |
| Total     | 879.543              | 201.295 | 151.218             | 31.684  |

Fuente: INSUR "Tráfico de mercancías peligrosas en Andalucía. Aplicación al estudio de posibles ubicaciones de aparcamientos para el transporte de mercancías peligrosas por carretera"; Consejería de Obras Públicas y Transportes, Junta de Andalucía, 1986.

que destacar el escaso conocimiento que de ellos se tiene en la región, afectando esta laguna tanto al tipo de actividades susceptibles de generar riesgos como a su concreta ubicación en el espacio regional.

Para terminar este capítulo, y como valoración global de los aspectos relativos a los riesgos tecnológicos en Andalucía, habría que destacar el escaso conocimiento que de ellos se tiene en la región, afectando esta laguna, tanto al tipo de actividades susceptibles de generar riesgos, como a su ubicación concreta en el espacio regional. En este sentido, sin embargo, merece destacarse la iniciativa tomada por la Consejería de Industria y Comercio de la Junta de Andalucía al publicar el "Mapa de la Infraestructura Industrial de Andalucía". En él se cartografían la mayor parte de los elementos territoriales proclives a generar riesgos tecnológicos en la región (polígonos industriales, redes de comunicación, gaseoductos, oleoductos, etc...), así como las entidades de población susceptibles de padecerlos. Este mapa podría constituir un excelente punto de partida para el diseño de la cartografía de los riesgos tecnológicos en Andalucía.

#### **4. EL MARCO NORMATIVO Y DE GESTIÓN PARA LA LUCHA CONTRA LOS RIESGOS CATASTRÓFICOS**



#### 4.1. LAS DISPOSICIONES LEGALES RELACIONADAS CON SITUACIONES DE RIESGO DE NATURALEZA CATASTRÓFICA

En este apartado, se recopilan y analizan todas aquellas disposiciones legales que, más o menos directamente, están relacionadas con situaciones de riesgo de naturaleza catastrófica, prestando especial atención a todas aquellas normas que incluyan medidas con incidencia en la ordenación del territorio.

En la actualidad, el entramado legal existente en España es bastante complejo. A la diversidad de normas administrativas de carácter sectorial —aguas, bosques, residuos...— hay que unir la multiplicidad de ámbitos jurisdiccionales —comunitario, estatal y autonómico— y de instituciones y organismos con atribuciones en estas materias. En este último sentido, por una parte, desde nuestra integración en la Unión Europea en 1986, estamos obligados a adaptar nuestra normativa a las exigencias comunitarias, suponiendo ello no sólo un aumento considerable del número de normas, sino también del grado de complejidad de las mismas, lo que requiere un gran esfuerzo para poder aprehender todo un cuerpo legal surgido en ámbitos sociales, políticos y económicos muy diferentes al nuestro. Por otra parte, la nueva configuración interna del Estado español permite a las comunidades autónomas la aplicación de normas específicas en su ámbito competencial y territorial, dejando de ser la potestad legislativa tarea exclusiva del Estado.

En efecto, los tres Tratados constitutivos de la Unión Europea han creado un ordenamiento jurídico propio que se incorpora al de los Estados miembros, los cuales ceden parte de su soberanía y transfieren algunas de sus atribuciones, y reserva a las instituciones comunitarias una serie de competencias. Como señala Esteban Bolea, "el Derecho Comunitario exige ser aplicado de manera uniforme en todos los Estados miembros y prevalece sobre la legislación nacional de cada Estado" y "esta primacía del Derecho Comunitario es enormemente importante, porque priva de eficacia jurídica a las normas estatales afectadas por el Derecho de la Comunidad" (ESTEBAN BOLEA, M.T., 1991, 16).

Por su parte, la Constitución Española establece un sistema de reparto de poderes que faculta a las comunidades autónomas para asumir responsabilidades legislativas. Así, esta potestad ya no es exclusiva del Parlamento del Estado, y las comunidades autónomas pueden dictar normas con rango de ley, aunque siempre dentro de sus respectivas competencias, pues, como se recoge en el artículo 149.3 las normas del Estado prevalecerán en caso de conflicto sobre las de las comunidades autónomas en todo lo que no esté atribuido a la exclusiva competencia de éstas.

Insistiendo en el alto grado de complejidad que confiere a la aplicación de la legislación comunitaria la multiplicidad de instituciones con competencias en estas materias, señala Campins Eritja: "Las autoridades competentes a las que se confía total o parcialmente la ejecución de las Directivas relativas a la protección del medio ambiente son por lo general organismos regionales o provinciales, con lo que un amplio abanico de competencias relativas a la política medioambiental, que comprende desde la ordenación urbanística hasta la intervención de la Administración en las actividades potencialmente peligrosas, queda en manos de los entes territoriales" (CAMPINS ERITJA, M., 1994, 175).

En este contexto, para analizar las disposiciones legales que afectan a Andalucía y que de una u otra forma están relacionadas con situaciones de riesgo o catástrofe, el presente análisis recopila todas aquellas normas dictadas por alguna de las tres Administraciones que tienen potestad al respecto: Unión Europea, Estado Español y comunidad autónoma de Andalucía.

La clasificación de las normas relativas a riesgos de naturaleza catastrófica (a las que hay que añadir otras de carácter general con incidencia en los mismos) puede hacerse con arreglo a muy diversos criterios: instituciones que dictan las normas y las responsables de su cumplimiento; rangos de las disposiciones, medios y elementos afectados, tipos de riesgos... El cuadro 4.1 intenta sistematizarlas.

Poco hay que añadir respecto a lo ya comentado sobre las instituciones que dictan las normas. En relación al ran-

104 CUADRO 4.1. TIPOLOGÍA DE LA NORMATIVA

| INSTITUCIONES Y ÁMBITOS | RANGOS  | INSTITUCIONES Y ORGANISMOS RESPONSABLES  | MEDIOS AFECTADOS | ELEMENTOS AFECTADOS | TIPOLOGÍA DE RIESGOS                                     | OBJETO DE LA NORMA   |
|-------------------------|---|--|------------------|---------------------|--|--|
| UNIÓN EUROPEA           | - Reglamentos<br>- Directivas   | - Comisión Comunidad Europea   | - Rural          | - Atmósfera         | <i>Origen natural</i><br>- Inundaciones                  | - Aguas (sequías inundaciones)<br>- Bosques (incendios)  |
|                         | - Decisiones  | - Agencia Europea de Medio Ambiente y Centro Europeo de investigación de técnicas de información a la población en situaciones de emergencia |                  |                     | - Sequías  | - Transportes (viajeros, mercancías)   |
| ESTADO ESPAÑOL          | - Recomendaciones<br>- Dictámenes<br>- Leyes<br>- Decretos-Leyes<br>- Decretos Legislativos | - Admón. General del Estado<br>- Protección Civil<br>- Delegación Provincial del Gobierno  | - Urbano         | - Hidrosfera        | - Terremotos<br>- Tsunamis<br>- Deslizamientos<br>- ...  | - Actividades  |
|                         | - Reales Decretos<br>- Órdenes (Comisión Delegada del Gobierno)                             | - Entidades y Organismos colaboradores<br>- Corporaciones Locales  | - Marítimo       | - Litosfera         | <i>Origen antrópico</i>                                  | - Ciclo nuclear  |
|                         | - Órdenes Ministeriales   | - Bomberos, Guardia Civil  |                  | - Biosfera          | - Actividades<br>- Sustancias                            | - Sustancias y productos<br>- Residuos, desechos y vertidos<br>- Otros (incendios no forestales, aglomeraciones,...) |
| COMUNIDADES AUTÓNOMAS   | - Leyes<br>- Decretos<br>- Órdenes  | - Agencia de Medio Ambiente<br>- Corporaciones Locales<br>- Protección Civil<br>- Bomberos, Guardia Civil                                    |                  |                     | - Productos<br>- Desechos<br>- Vertidos<br>- Transportes | - Creación y regulación de instituciones y organismos  |

Fuente: Elaboración propia.

go, hay que diferenciar entre la normativa comunitaria y la española. En cuanto a la primera, como se recoge en el artículo 189 del Tratado CEE de la Unión Europea:

"Para el cumplimiento de su misión, el Consejo y la Comisión adoptarán Reglamentos y Directivas, tomarán Decisiones, formularán Recomendaciones y emitirán Dictámenes en las condiciones previstas en el presente Tratado".

- El Reglamento tendrá un alcance general. Será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

- La Directiva obligará al Estado miembro destinatario en cuanto al resultado que deba conseguirse, dejando, sin embargo, a las autoridades nacionales la elección de la forma y los medios.

- La Decisión será obligatoria en todos sus elementos para todos sus destinatarios.

- Las Recomendaciones y los Dictámenes no serán vinculantes".

Los Tratados CECA y EURATOM, en sus artículos 14 y 161, respectivamente, recogen también las características

de los distintos tipos de normas, pero, mientras que el del segundo coincide plenamente con el de la UE, el de la CECA difiere respecto al valor jurídico de las disposiciones. Como ninguna de las normas analizadas proviene de la CECA, la definición considerada en este trabajo será la de los Tratados de la UE y EURATOM.

El control de la adecuada aplicación de las Directivas por parte de los Estados miembros se confía a la Comisión, aunque, debido a la insuficiencia de medios con que cuenta esta institución, se exige también la colaboración de los Estados, por medio de la elaboración y remisión de informes sobre la correcta transposición de las normas en el plazo previsto.

Encabezando el rango de la legislación española está la Constitución, norma fundamental de la que emanan todas las demás. A continuación están las Leyes, tanto orgánicas (que deben ser aprobadas, modificadas o derogadas por la mayoría absoluta del Parlamento) como ordinarias (que se aprueban por mayoría de los miembros presentes en las Cámaras). Hay que diferenciar en segundo lugar, dos tipos de normativas que pueden ser dictadas por el Gobierno y tienen fuerza de ley: el Decreto-Ley, que es una disposición provisional emitida por el Gobierno en caso de urgencia, pero que debe someterse posteriormente a su aprobación por el Parlamento, y el Decreto-Legislativo, para cuya aprobación es necesario que se otorgue al Gobierno facultad legislativa de forma expresa y únicamente para determinadas materias. El orden jerárquico continúa con los Decretos, Órdenes, Órdenes Ministeriales y otras disposiciones de rango inferior. Las Comunidades Autónomas, por su parte, dictan también Leyes, Decretos, Órdenes y Disposiciones de menor rango.

Un tercer criterio para clasificar las normas es el de considerar aquellas instituciones y organismos a los que, en dichas normas, se otorguen competencias, funciones y responsabilidades de cara a su cumplimiento. Es el caso de Protección Civil, Corporaciones Locales, comisiones nombradas al respecto...

Desde una óptica espacial, los medios afectados (rural, urbano, marítimo, litoral...) pueden constituir también una

forma alternativa de clasificación. Y de igual modo pueden ser los elementos concernidos los que contribuyan a ordenar la normativa (atmósfera, hidrosfera, litosfera...)

En el caso que ahora nos ocupa, la distinción entre los diferentes tipos de riesgos tanto naturales (inundaciones, sequías, terremotos, deslizamientos...) como tecnológicos (los relacionados con ciertas actividades, sustancias o residuos, con el transporte...) parece ser el criterio más oportuno. No obstante, dada la estrecha relación de algunos tipos de riesgos con determinados elementos, por una parte, la referencia directa de la normativa a dichos elementos, por otra, y la reducida atención específica prestada a algunos de los riesgos, por último, hemos considerado oportuno establecer una última clasificación según el objeto de las normas que, pese a que mezcla distintos criterios, nos ha parecido más útil y operativa.

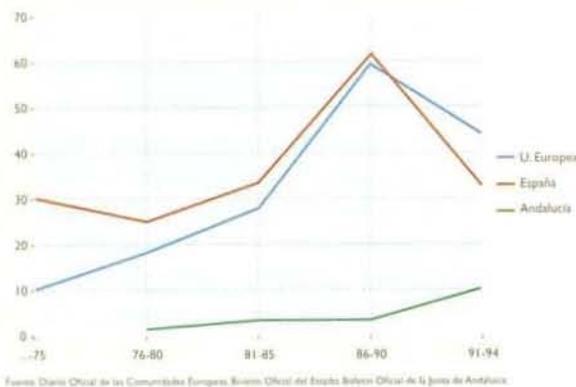
#### 4.1.1. Análisis general de la normativa

Son 352 las disposiciones legales analizadas por su relación con las situaciones de riesgo. De ellas, 154 proceden del ámbito comunitario, mientras las restantes son españolas, aunque 16 de ellas han sido aprobadas por la Comunidad Autónoma de Andalucía.

En cuanto a su evolución en el tiempo, tanto la nueva configuración del Estado como la incorporación de España a la Unión Europea son dos hechos destacados. Así, las disposiciones legales específicas de Andalucía no surgen, como es lógico, hasta la aprobación de su Estatuto de Autonomía (la primera norma analizada se aprueba en 1979), y, por otra parte, se pone claramente de manifiesto la incidencia que ha tenido en España su incorporación a la Unión Europea, pues el número de normas a cumplir crece sustancialmente a partir de 1986, siendo 106 las dictadas en nuestro país desde esa fecha (es decir, en sólo nueve años), frente a las 92 emitidas hasta entonces (figura 4.1.).

Pero esta evolución de las normas es reflejo, asimismo, de la experimentada en general por los problemas ambientales en las sociedades desarrolladas, no siendo hasta la segunda mitad de la década de los setenta cuando, al

FIGURA 4.1.  
EVOLUCIÓN DE LA NORMATIVA SEGÚN SU PROCEDENCIA



La evolución de la normativa en estos tres ámbitos administrativos muestra tanto la incidencia en España de su incorporación a la Unión Europea (1986), como el mayor interés depositado en general en la legislación ambiental a partir de la segunda mitad de los años 70. En Andalucía, la actividad legislativa comienza, lógicamente, a partir de la aprobación de su Estatuto de Autonomía.

dejarse sentir más generalizadamente los efectos negativos del proceso de crecimiento económico de etapas anteriores, esta temática empieza a adquirir importancia. Es por ello, por lo que durante los dos primeros periodos analizados el número de normas es muy reducido.

Pero si esto es así en general, aún afecta más a la normativa procedente del ámbito comunitario, dado que hasta la reunión de Jefes de Estado y de Gobierno mantenida en París en octubre de 1972 no se fijaron los principios que debían regir las actuaciones comunitarias relacionadas con el medio ambiente. Desde entonces, la política ambiental comunitaria se estructura en el marco de los Programas de Acción Comunitaria en Materia de Medio Ambiente (PACMAs), que contienen los objetivos a conseguir, los principios generales en los que deben basarse las actuaciones y los dispositivos legales o medidas dictadas para lograr dichos objetivos.

El tratamiento dado en estos Programas a los riesgos de naturaleza catastrófica ha ido variando a lo largo del tiempo. Así, en los tres primeros, si bien se toman medidas que pretenden evitar y controlar situaciones relacio-

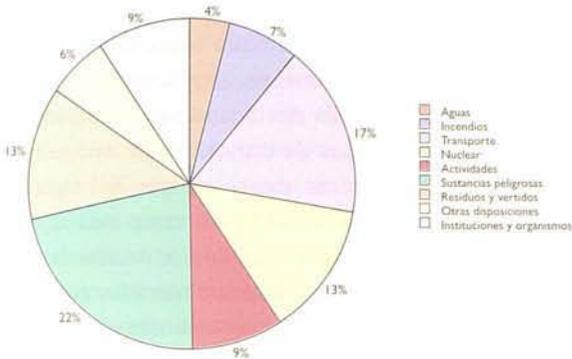
nadas con ellos, no aparece en los textos ninguna referencia explícita a este tipo de eventos. En el cuarto, por el contrario, se señala ya la necesidad de tomar "medidas relativas a los riesgos o catástrofes naturales o provocadas por el hombre que tengan un impacto sobre la salud humana y el medio ambiente" (D.O.C.E. 1987, 328/3). No obstante, ningún capítulo se dedica expresamente a analizarlos, y únicamente se alude a ellos al tratar algunos de los hechos y sectores que pueden provocarlos. No será, pues, hasta el quinto PACMA cuando se dedique por vez primera un capítulo específico (el sexto) a la gestión de los riesgos y catástrofes, distinguiendo entre los industriales y los relacionados con el ciclo nuclear e incluyendo en un mismo apartado las llamadas "urgencias ecológicas" y la protección civil, aunque estas dos últimas materias aparecen poco desarrolladas en el texto.

Pero la evolución experimentada por el grado de compromiso ambiental de la Unión Europea se pone mejor en evidencia si se analiza el rango de las disposiciones aprobadas a lo largo de los distintos periodos considerados. En este sentido, durante los dos primeros PACMAs (1973-76 y 1977-81) el número de normas aprobadas no sólo es reducido, sino que, además, sólo se aprueban dos Reglamentos, que son la medida de carácter más directamente vinculante, mientras que el número de disposiciones de este rango crece sobre todo durante el cuarto PACMA (1987-92). No obstante, son las Directivas las normas más numerosas durante todos los periodos analizados y, como ya se ha señalado anteriormente, este tipo de medida es más flexible en su aplicación, dejando a los Estados la capacidad de dar forma legal a los objetivos trazados en la norma comunitaria. En consecuencia, el número de disposiciones nacionales aumenta en relación directa al número de Directivas.

En cuanto a la legislación nacional, en total el mayor número de Decretos y Órdenes está en relación con el rango de estas normas que, o bien aprueban los Reglamentos que desarrollan las leyes, o bien sirven para modificar alguna disposición anterior; añadiendo, suprimiendo o alterando parte de la misma.

Si el análisis de las disposiciones legales se realiza teniendo en cuenta su objeto, es decir, los elementos o riesgos

FIGURA 4.2. NÚMERO DE DISPOSICIONES LEGALES POR TIPOS DE RIESGOS



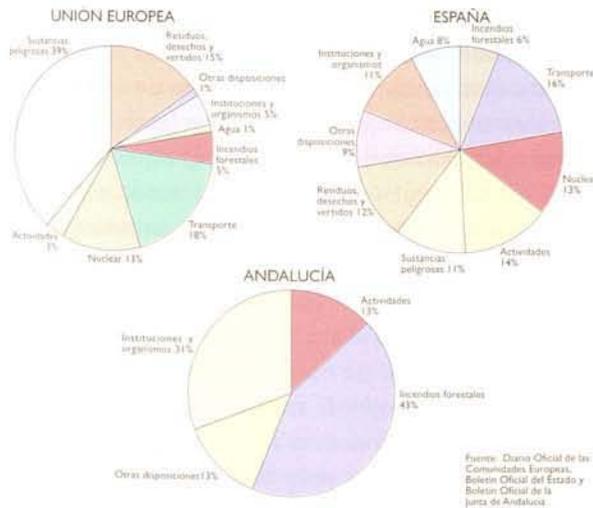
Fuente: Diario Oficial de las Comunidades Europeas, Boletín Oficial del Estado, Boletín Oficial de la Junta de Andalucía.

A pesar de que los riesgos naturales han sido objeto de un interés mucho mayor por parte de los estudiosos que los tecnológicos, la atención de la legislación se centra prioritariamente en estos últimos, tal vez respondiendo a la mayor capacidad de control que el hombre tiene sobre ellos como causante de los mismos.

que pretenden controlar (figura 4.2), destaca en primer lugar que, mientras la atención prestada por los expertos al estudio de los riesgos naturales ha sido hasta ahora mucho mayor, son mucho más numerosas, sin embargo, aquellas normas que pretenden prevenir y controlar los riesgos tecnológicos. No obstante, ello responde a la relativamente reciente toma de conciencia generalizada acerca de la gravedad de los riesgos derivados de la utilización de determinadas sustancias y compuestos (el 22% de las normas pretenden controlarlas), de la peligrosidad asociada a ciertas actividades (un 13% de las disposiciones regulan el ciclo nuclear y un 9% la industria en general) y a los desechos, residuos y vertidos que muchas de ellas generan (13%), mientras que otras normas (el 17%) tienen por objeto controlar los distintos medios de transporte, y muy especialmente el relacionado con sustancias tóxicas y peligrosas.

En cuanto a los riesgos naturales (un 11% de las normas), son 26 las medidas analizadas encaminadas a prevenir y paliar los efectos de los incendios forestales, y 15 las dedicadas fundamentalmente a otros dos fenómenos –sequías e inundaciones– estrechamente relacionados con el elemento agua.

FIGURA 4.3. TIPOLOGÍA DE LAS NORMAS SEGÚN OBJETO E INSTITUCIÓN QUE LAS DICTA



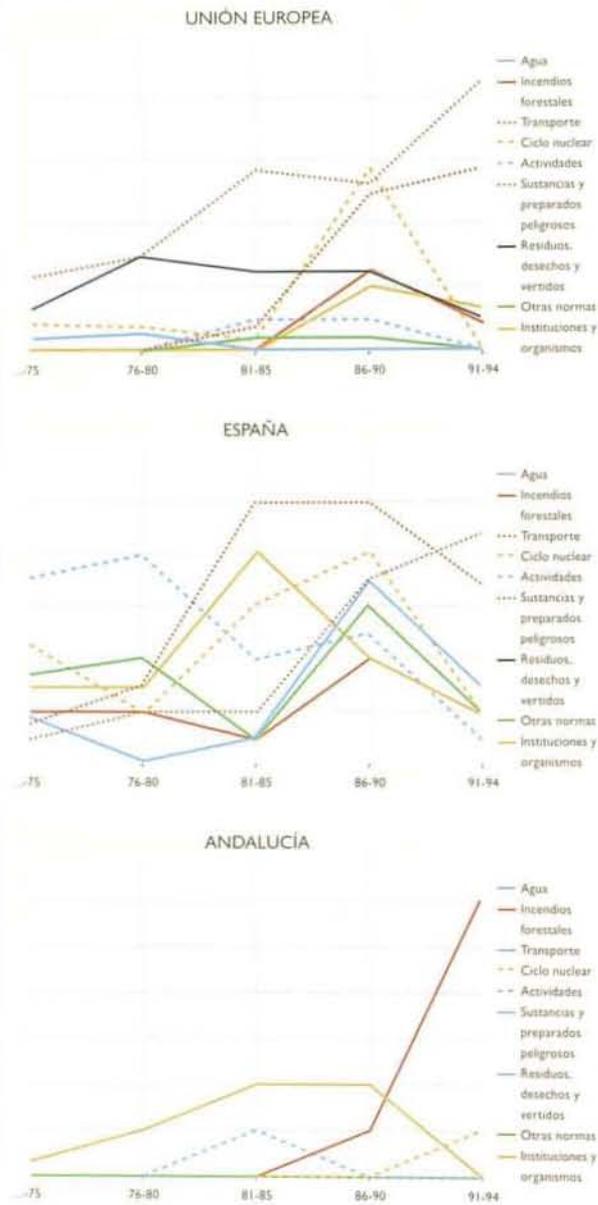
Fuente: Diario Oficial de las Comunidades Europeas, Boletín Oficial del Estado y Boletín Oficial de la Junta de Andalucía.

Mientras que la Unión Europea se muestra más preocupada por el control de las sustancias peligrosas (aunque hay que decir que muchas de las Directivas en este sentido son modificaciones de la lista aparecida en las primeras), la actividad legislativa en España es más equilibrada en cuanto a los tipos de riesgo que pretende controlar. En Andalucía, el gráfico transparenta la formación de la estructura administrativa ambiental y la alta incidencia del fenómeno de los incendios forestales.

Entre las 20 normas incluidas conjuntamente en el apartado de "otras" (6%) se recogen algunas dirigidas a la prevención y control de los incendios no forestales, terremotos, grandes concentraciones sociales... Se han mezclado, por tanto, en este grupo riesgos naturales y tecnológicos, pero el reducido número de disposiciones incluidas en cada tipo de riesgo no hacía aconsejable su tratamiento por separado. No obstante, en apartados posteriores se hará referencia más detallada a cada uno de los riesgos aquí incluidos. Por último, otras 33 disposiciones (9%) están dirigidas a diseñar el marco organizativo en el que deben intervenir las distintas instituciones y organismos que cuentan con competencias en estas materias, aunque únicamente se incluyen en este grupo las relacionadas con riesgos catastróficos en general y no aquéllas cuyas competencias se limitan a un riesgo determinado, en cuyo caso se estudian junto con éste.

Si se analizan las normas según su objeto y la institución que las dicta (figura 4.3), puede observarse cómo en la

FIGURA 4.4. EVOLUCIÓN DE LA NORMATIVA SEGÚN SU ÁMBITO DE PROCEDENCIA Y TIPO DE RIESGO



Tanto la Unión Europea como España otorgan especial importancia a los riesgos de carácter tecnológico, mientras Andalucía, de nuevo, refleja tanto el proceso de formación de su estructura institucional en materia de medio ambiente (años 80), como la elevada presencia en su territorio de los incendios forestales.

Unión Europea predominan las relacionadas con sustancias peligrosas (un 39%), residuos, desechos y vertidos –15% del total–, así como con el transporte y las actividades ligadas al ciclo nuclear que suponen en conjunto un 18% y 13%, respectivamente. En el ámbito español, sin embargo, aunque siguen destacando por su peso en el total estos mismos tipos de disposiciones, son asimismo numerosas aquellas otras que se ocupan del control de las actividades en general (14%) así como de los riesgos asociados al elemento agua –el 8%–. En Andalucía, por su parte, destacan sobre todo aquellas medidas que regulan el funcionamiento de las diversas instituciones y organismos de los que se ha ido dotando esta comunidad autónoma para enfrentarse a situaciones de riesgo y, junto a este grupo de medidas, resulta también significativo el peso de aquellas otras dictadas para combatir los efectos de los incendios forestales. Ambos grupos de disposiciones representan el 31% y 43% respectivamente de todas las promulgadas en la región.

Llama, quizás, la atención la ausencia de normas relacionadas con un riesgo de tanta incidencia en la región como la sequía, pero hay que tener en cuenta que el elemento agua se encuentra, en general, regulado por normas de ámbito nacional. Resulta asimismo significativa la escasa o nula presencia en la legislación de otros eventos naturales de gran impacto, a pesar de tener también una elevada probabilidad de ocurrencia, especialmente en Andalucía Oriental. Nos estamos refiriendo, sobre todo, a los riesgos de origen geológico (deslizamientos de ladera, suelos expansivos, seísmos...).

Como complemento al análisis anterior hemos relacionado los diversos tipos de normas según objetivos, rangos y ámbitos institucionales. El superior rango de las disposiciones comunitarias relativas al control de la actividad nuclear y de las sustancias peligrosas, tanto en su manipulación y uso como en su traslado, así como de los residuos y vertidos, pone en evidencia el alto grado de riesgo asociado a ambas, si bien en el primer caso (riesgo nuclear) la Unión Europea pretende aún un mayor control al aprobar sobre todo Reglamentos, directamente aplicables en los Estados miembros en lugar de Directivas, más flexibles en su aplicación, aunque sigan siendo vinculantes.

La evolución seguida por la normativa asociada a los distintos tipos de riesgos en cada uno de los tres ámbitos analizados pone de nuevo en evidencia cómo el proceso de constitución de la Unión Europea ha ido generando unas disposiciones legales en las que destacan sobre todo la preocupación por el uso y la manipulación de determinadas sustancias y, en general, por los riesgos de carácter tecnológico. Dicha preocupación se transfiere a la normativa de ámbito nacional, creciendo el número de este tipo de medidas con nuestra incorporación a la UE. Por último, en cuanto a Andalucía se refiere, como se señalaba anteriormente, el proceso de creación de instituciones y organismos es previo a la aparición de otro tipo de medidas (figura 4.4).

#### 4.1.2. Disposiciones legales por tipos de riesgo

##### a) La normativa de riesgos relacionados con el agua

"La política comunitaria en materia de aguas tiene su origen en los primeros acuerdos internacionales firmados para la prevención de los vertidos de hidrocarburos en el mar, o con el objeto de proteger algunos mares y ríos internacionales" (VALERIO, E., 1991, 123). Pese a que, como se pone en evidencia en el párrafo anterior, toda la legislación sobre vertidos está muy estrechamente relacionada con la de aguas, hemos creído oportuno tratarlas separadamente, considerando, por una parte, los vertidos junto a los residuos y desechos y, por otra, aquellos riesgos de origen fundamentalmente natural —aunque influidos por factores antrópicos— como son, entre otros, las sequías e inundaciones.

La Ley 29/85, de 2 de agosto, de Aguas, el Reglamento 849/86, de 11 de abril, de Dominio Público Hidráulico, y la Orden de 12 de noviembre de 1987, que desarrolla dicho Reglamento, junto a la de 8 de junio de 1991 y el R.D. 1.315/92, de 30 de octubre, que respectivamente lo amplían y modifican, además del Real Decreto 927/88, que aprueba el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica constituyen el marco legal que regula todo lo relacionado con los riesgos asociados al elemento agua.

La citada Ley y su Reglamento regulan las actividades generadoras de riesgos desde el punto de vista del medio en que se desarrollan, y establece, complementariamente a otras normas, limitaciones territoriales a dichas actividades. Para proteger el recurso agua y a los usuarios del mismo o a los terrenos sobre los que fluye, la Ley y sus Reglamentos establecen dos zonas de protección del dominio público hidráulico:

- Zona de policía (100 m)
- Zona de servidumbre (5 m)

Desde el punto de vista de los riesgos, se establecen en ellas limitaciones de uso referidas a construcciones de todo tipo, extracción de áridos, alteraciones sustanciales del relieve y cualquier otro uso o actividad que suponga un obstáculo para la corriente en régimen de avenidas, o que pueda causar deterioro o degradación al dominio público hidráulico o daños a las personas o cosas.

Se faculta al Gobierno, asimismo, a establecer, por Decreto, limitaciones de uso en zonas inundables para garantizar la seguridad de las personas y bienes, y al Consejo de Gobierno de las Comunidades Autónomas para dictar normas complementarias de dicha regulación. Esta legislación complementaria no ha sido desarrollada en el ámbito estatal ni en Andalucía<sup>1</sup>, con lo que, pese a la seriedad del fenómeno, la ocupación del suelo en zonas inundables continúa estando desregulada. Usos como los urbanos (edificaciones permanentes o provisionales), instalaciones en medio rural, acampadas, etc., deberían estar expresamente prohibidos en áreas con riesgo de inundación. De haber sido así, algunas tragedias (como la del camping de Biescas de 1996) habrían podido evitarse. Se hace necesaria, pues, una normativa que, al igual que otras sectoriales (Costas, Espacios Naturales Protegidos,

(1) Si ha sido publicado, con posterioridad al análisis estadístico de la legislación, un Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundación (B.O.E. 14.02.95). En ella se establece la relación de una serie de figuras de planificación (Planes Especiales Estatal y Autonómicos, Planes de Emergencia de Presas) al que intentan prevenir y dar una dimensión territorial al fenómeno; no obstante, no incluye determinaciones de aplicación directa.

- 110 Montes...) obligue al planeamiento urbanístico a recoger la delimitación de zonas inundables y a establecer en ellas condiciones de uso.

Existe, además, una normativa específica para prevenir y corregir los efectos de las inundaciones o sequías, como es el caso del Decreto 2.508/75, de 18 de septiembre, sobre previsión de daños por avenidas y la Orden Ministerial de 31 de marzo de 1967, que regula las grandes presas. Para paliar daños concretos se aprueban, cuando la situación así lo requiere, medidas específicas que conceden determinadas ayudas. En este sentido, podrían servir como ejemplo las concedidas por la comunidad autónoma para contribuir a reducir los efectos de las inundaciones de 1991 o la sequía de 1992.

Cabe señalar que la normativa sobre riesgos relacionados con el exceso o déficit de agua en España es mucho más extensa que en la Unión Europea —un total de 13 normas en nuestro país a lo largo de los años analizados, frente a sólo una Directiva en la UE— lo que no puede extrañar, dadas las diferentes condiciones climáticas en los ámbitos mediterráneos, con totales pluviométricos anuales en torno a los 500 mm y un alto grado de irregularidad tanto interanual como intranual. Pese a ello, confirmando la tendencia general, el mayor número de disposiciones se dictan después de 1986, año de nuestra incorporación a las Comunidades Europeas, aunque desarrollando la Ley de Aguas aprobada en 1985 y en relación con situaciones coyunturales concretas (figura 4.4).

Junto a la normativa anterior, la Ley 22/88, de 28 de julio, de Costas y los Reales Decretos 1471/89 y 112/92 que la desarrollan, tienen relación directa con el control de las aguas marítimas y con algunos de los riesgos asociados a ellas, tanto naturales (como es por ejemplo el caso de los tsunamis) como tecnológicos (vertidos). El objeto de estas normas es la ordenación y protección del espacio litoral y sus recursos. Para ello, establecen una zonificación del mismo en dominio público marítimo-terrestre y una serie de bandas con limitaciones de uso para la protección de éste (servidumbres de tránsito, protección y acceso al mar y zona de influencia). Además, prevén zonas de reserva para la utilización del dominio público por el Estado con fines de su competencia. Por otra parte, la

Ley vincula expresamente al planeamiento territorial y urbanístico, por todo lo cual puede considerarse una norma de intervención directa sobre el territorio.

#### *b) La reglamentación que controla los incendios forestales*

El problema ocasionado por los incendios forestales se está convirtiendo en uno de los riesgos más graves en nuestro entorno más próximo, tanto por su persistencia como por la extensión de la superficie a la que afecta.

A diferencia de lo que ocurre con otras temáticas, la atención prestada a los incendios forestales por la normativa comunitaria se ha plasmado en la aprobación de Reglamentos, que, como es sabido, son normas que deben ser aplicadas directamente por parte de los Estados miembros. El Reglamento 2.158/92, de 23 de julio, aprueba normas para la elaboración de planes contra este tipo de incendios para las regiones clasificadas como de riesgo alto o medio, mientras que el Reglamento 1.170/93, de 13 de mayo, establece algunas disposiciones para la aplicación del Reglamento anterior, centrándose principalmente en los requisitos exigidos para la concesión de ayudas que contribuyan a paliar los efectos de este tipo de eventos.

Por su parte, el Reglamento 3.529/86, (desarrollado en los Reglamentos 1.698/87, 525/87, 1.614/89 y 2.995/89) regula la lucha contra los incendios forestales, dictando medidas (tales como desbroce, construcción de caminos forestales, cortafuegos, puestos de vigilancia...) dirigidas a reducir este riesgo; mientras que el Reglamento 2.995/89 modifica el concepto técnico de bosque, para adaptarlo a las peculiaridades del área mediterránea. La incorporación a la Comunidad de España y Portugal aumentaba el peso de los países de este ámbito en la UE y hacía necesario prestar atención a sus especiales condiciones medioambientales.

Como señala E.Valerio, "la lucha contra los incendios forestales se limitó en España durante mucho tiempo a la organización de servicios de guardería y a las labores de extinción. Aunque desde hace algunos años, las regiones con ayuda de los fondos estatales y comunitarios preten-

den asegurar la replantación de todo terreno afectado por los incendios" (VALERIO, E., 1991, 119). Pero a pesar de las repoblaciones, los incendios destruyen cada año en torno a 300.000 hectáreas de bosque.

La Ley 81/68, de 5 de diciembre y el Reglamento que la desarrolla (Decreto 3.769, de 23 de diciembre de 1972) establecen "zonas de peligro" considerando como tales a aquellas comarcas integradas por términos municipales completos en las que existen masas forestales que necesitan una especial atención en relación al peligro de incendios, requiriendo para ellas todas las tareas preventivas que se juzguen necesarias. La Orden de 15 de enero de 1979 y la Resolución de 1 de noviembre del mismo año complementan las dos normas anteriores.

En años posteriores (Órdenes de 17 de junio de 1982, de 21 de marzo de 1988 y de 18 de febrero de 1992) se aprueban diversos planes de lucha contra los incendios en los que se incluyen esquemas básicos de lo que deben ser los Planes Comarcales de Defensa contra los Incendios, como es el caso, por ejemplo, de la Orden de 21 de marzo de 1988.

En nuestra Comunidad Autónoma, el Decreto 152/89, de 27 de junio, la Orden de 28 de mayo de 1991, el Decreto 71/92, de 5 de mayo (que aprueba el Plan contra Incendios Forestales: INFOCA) y la Ley 2/92, de 15 de junio, Forestal de Andalucía, se ocupan de reglamentar lo relativo a este tipo de riesgo.

Esta última disposición se configura claramente como una ley de ordenación del territorio, tal como se expresa en su exposición de motivos, donde la norma se apoya en las competencias autonómicas en cuanto a dominio público y materia forestal, dimanadas a su vez de la competencia exclusiva de la Comunidad en ordenación del territorio. El objeto de la Ley es la ordenación de los terrenos forestales, estableciendo incluso un régimen urbanístico para algunos de ellos, y distintas categorías de espacios (montes) según su titularidad, de cara a su regulación. Se establecen los Planes de Ordenación de Recursos Naturales como instrumento de planificación territorial y/o espacial, y los Planes de Ordenación de Montes o Planes Técnicos para la regulación de los aprovechamientos.

Se hacen, asimismo, consideraciones territoriales en cuanto a las áreas incendiadas, cuya calificación jurídica como terrenos forestales no podrá cambiar tras un incendio, y se obliga a destinar los ingresos obtenidos por la enajenación de productos forestales tras un incendio a la restauración de los terrenos afectados.

El Decreto 152/89, de 27 de junio, fija el marco temporal y territorial sobre el que actuar en la lucha contra incendios, a través de la definición de zonas (comarcas) y épocas de peligros. Se establecen tres tipos de medidas: preventivas (declaración de zonas y épocas de peligros, normas sobre quema de rastrojos, pastos, matorral y residuos y sobre instalación de basureros), de extinción y de reconstrucción de la riqueza forestal en montes incendiados, las cuales se verán plasmadas en los Planes INFOCA, cuya redacción anual prevé el Decreto. Muy a tener en cuenta son las prohibiciones sobre quema de matorral que se establecen en función del tipo de monte bajo, grado de cobertura arbórea, pendientes, materiales de los suelos, procesos erosivos, etc.

Pese al carácter claramente territorial de esta norma, como ocurre en la Ley 81/68, de 5 de diciembre y el Decreto 3.769, de 23 de diciembre (medidas ya citadas de ámbito nacional), las comarcas forestales que declara como zonas de peligro se componen de términos municipales y no de montes (públicos y privados) o de unidades fisiográficas, con lo que no termina acercándose plenamente a la realidad territorial que regula. En cualquier caso, el ámbito de aplicación de la norma no está constituido únicamente por estas comarcas, sino por todos los terrenos forestales y las actividades de sus alrededores susceptibles de perjudicarlos.

Por último, la orden de 28 de mayo de 1991 reforma la de 1 de julio de 1989 con objeto de fijar una gestión de carácter más territorial de este tipo de riesgo. Se establecen así los siguientes centros y divisiones territoriales: centro de coordinación regional, centros de coordinación provincial, comarcas de extinción y demarcaciones de extinción. Si bien los dos primeros tienen un carácter meramente administrativo (la coordinación de las actuaciones que se desarrollen en la Comunidad Autónoma y en los ámbitos provinciales), los dos últimos son divisio-

- 112 nes de la superficie forestal provincial (en comarcas y éstas en demarcaciones), con lo que puede hablarse de una gestión más acorde con la realidad espacial del riesgo. Se establecen coordinadores comarcales de extinción y personal asignado a esta división territorial.

En su conjunto, destaca el elevado número de disposiciones españolas (18, entre estatales y autonómicas) frente a las comunitarias (ocho Reglamentos), como reflejo del enorme grado de incidencia que en nuestro país tiene este fenómeno. Hay que llamar la atención sobre el hecho de que, si bien el tipo de norma comunitaria, de carácter directo, implica una cierta urgencia para atajar estos sucesos, la aprobación de las disposiciones es bastante tardía, pues no aparece legislación hasta finales de los ochenta, lo que puede deberse al aumento de la incidencia de este tipo de riesgo con la incorporación a la Unión Europea de países mediterráneos.

La fuerte presencia de este peligro en Andalucía, tanto por sus condiciones climáticas como por los numerosos intereses en juego, ha hecho que se desarrolle también una actividad legislativa en esta materia algo tardía, pero creciente.

Por último, es necesario aludir aquí a la Directriz Básica de Protección Civil ante el riesgo de incendios forestales, aprobada por Orden de 2 de abril de 1993.

### *c) Normas sobre riesgos relacionados con el transporte*

El análisis de las normas cuyo objetivo es prevenir o controlar los riesgos catastróficos ocasionados por el transporte requiere, en principio, una doble visión. Por una parte, habría que considerar la que se ocupa de los posibles accidentes en el transporte de pasajeros y, por otra, la relacionada con el de mercancías, y más específicamente de aquéllas que son consideradas peligrosas, ya se trate de sustancias, productos o residuos.

En cuanto a las primeras, una serie de convenios internacionales se ocupan de su ordenación: Convenio relativo a los Transportes Internacionales por Ferrocarril de 1985 (C.O.T.I.F.), Convenio Internacional para la Salvaguarda de la Vida Humana en el Mar de 1974 y Convenio

para la Aviación Civil Internacional de 1944. A ellos hay que sumar en España la Ley Orgánica 16/87, de 30 de julio, sobre Ordenación de los Transportes Terrestres y la Orden Ministerial de 10 de junio de 1983, que desarrolla el Convenio Internacional sobre Seguridad de la Vida Humana en el Mar, ratificado por España el 8 de septiembre de 1978, así como la Ley sobre Tráfico, Circulación de vehículos a motor y Seguridad vial (Real Decreto Legislativo 339/90, de 2 de mayo) y el Reglamento General que la desarrolla (Real Decreto 13/92, de 17 de enero).

La atención prestada al transporte de mercancías por parte de las instituciones públicas es mucho mayor, puesto que al peligro de accidente del medio de transporte en sí, hay que unir en este caso el asociado al tipo de mercancías. El análisis de estas últimas puede realizarse, a su vez, siguiendo dos criterios diferentes: según modos de transporte o según tipos de mercancías. Si el criterio utilizado es la modalidad de transporte, a los convenios internacionales ya citados hay que añadir algunos otros, así como una serie de normas, tanto comunitarias como nacionales.

En relación al transporte de mercancías peligrosas por carretera, las principales disposiciones reguladoras de ámbito supranacional son las siguientes: Acuerdo Europeo de Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera de 1957 (A.D.R.) y Acuerdo de 25 de noviembre de 1991 que lo modifica así como la Directiva 89/684, de 21 de diciembre, que se ocupa de la formación de los conductores de vehículos que transportan mercancías peligrosas por carretera.

En España, las normas que se ocupan de este tipo de transportes son los Reales Decretos 1.999/79, de 29 de junio, y 74/92, de 31 de enero; la Orden de 18 de diciembre de 1984 y el Real Decreto 599/94, de 8 de abril, que aprueba el Reglamento Nacional sobre Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera (T.P.C.) (el cual modifica al Real Decreto 74/92). A ellas hay que añadir también las Órdenes de 2 de noviembre de 1981 y 23 de octubre de 1985, que se ocupan de las actuaciones en caso de accidentes de carretera de vehículos con mercancías peligrosas.

Si el medio de transporte analizado es el ferrocarril, existe también un Convenio Internacional de Transporte de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril de 1924 (C.I.M.), que desde mayo de 1985 ha pasado a denominarse C.O.T.I.F., ya antes citado, y, dentro del ámbito institucional español, el Real Decreto 379/89, de 2 de junio, que aprueba el Reglamento Nacional de Transporte de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril (T.P.F.) (el cual modifica al Real Decreto 881/82) y la Orden de 30 de noviembre de 1984, que se ocupa de las formas de intervención en caso de accidentes de este tipo.

En cuanto al transporte marítimo, existe un Código Marítimo Internacional para el Transporte de Mercancías Peligrosas de 1924 (I.M.D.G.) y el capítulo VII del Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar de 1974 que tiene por objeto la regulación de lo relativo a las mercancías peligrosas. A estos, debe añadirse la Directiva 93/75, de 13 de septiembre, sobre las condiciones mínimas exigidas a los buques con salida o destino en los puertos comunitarios, y que transportan mercancías peligrosas, así como el Real Decreto 145/89, de 20 de enero, que aprueba el Reglamento Nacional sobre Manipulación y Almacenamiento de Mercancías Peligrosas en Puertos (que deroga al Real Decreto de 27 de marzo de 1918), la Orden de 30 de mayo de 1990, por la que se establecen las condiciones de los cursos de capacitación para manipulación de mercancías peligrosas en los puertos, y las Órdenes de 30 de diciembre de 1977, 10 de junio de 1983 y 26 de marzo de 1985, que regulan el transporte de hidrocarburos por vía marítima.

Por último, el transporte de mercancías peligrosas por vía aérea se regula en el anexo 18 de la Convención para la Aviación Civil Internacional, y en España el Real Decreto 1.749/84, de 1 de agosto, aprueba el Reglamento del Transporte Sin Riesgos de Mercancías Peligrosas por Vía Aérea, disposición que se actualiza posteriormente por medio de las Órdenes de 28 de diciembre de 1990 y de 2 de agosto de 1991.

Un criterio alternativo para analizar este grupo de normas es la consideración del tipo de mercancías. En este sentido, pueden diferenciarse aquellas disposiciones que se ocupan del transporte de sustancias y productos peligrosos, en general, de una variedad de los mismos que

diferencia las sustancias y los desechos radiactivos de "otros" residuos que tengan el carácter de peligrosos. 113

Respecto a los primeros, los Reglamentos comunitarios 1.743/88, de 8 de junio, 428/89, de 16 de febrero y 41/94, de 11 de enero regulan la exportación e importación de la Comunidad de determinados productos. El primero establece un procedimiento de notificación e información centralizado en el ámbito comunitario para veintitrés productos químicos. El objeto del segundo son determinadas sustancias utilizadas en la guerra química. Por su parte, la Directiva 94/3, de 21 de enero (que modifica las Directivas 77/93 y 93/110) pretende interceptar el envío de organismos nocivos desde terceros países.

En España, al Real Decreto 2.619/81, de 19 de junio, por el que se crea una Comisión Interministerial para la Ordenación del Transporte de Mercancías Peligrosas, junto a las disposiciones ya analizadas que se ocupan de reglamentar cada uno de los medios, hay que sumar la Orden de 17 de marzo de 1986, que aprueba las normas de homologación de los envases y embalajes destinados al transporte de mercancías peligrosas.

El transporte de sustancias y residuos radiactivos se regula a través de la Directiva 92/3 Euratom, de 3 de febrero, relativa a la vigilancia y control de los traslados de estos residuos entre los Estados miembros y con terceros países, la Decisión de 1 de octubre de 1993, para el establecimiento de un documento uniforme de seguimiento de estos traslados y el Reglamento Euratom número 1.493, de 8 de junio.

Por último, el desarrollo de la normativa sobre transporte de residuos ha sido, hasta ahora, mucho más prolíja. Dado que se trata de una mercancía que en principio carece de valor económico, "implica una relación particular entre el expedidor, el transportista y el destinatario, que no suele darse respecto a otro tipo de mercancías. En este sentido, las exigencias que se fijan en materia de documentación, clasificación, etiquetado, embalaje y manipulación de mercancías peligrosas resultan con frecuencia insuficientes con vistas al control estricto de los movimientos de residuos peligrosos por sus características particulares y por el objetivo que se persigue con su traslado" (CAMPINS ERITJA, M., 1994, 143).

- 114 La primera preocupación mostrada por los organismos internacionales en relación al control de este tipo de tráfico se produjo en 1981, cuando en el seno de la O.C.D.E. se creó un grupo para Gestión de los Residuos, cuyo trabajo se concretó con la aprobación de la Decisión de 27 de mayo de 1988 sobre movimiento transfronterizo de residuos peligrosos.

Por su parte, el primero de los textos elaborados por el P.N.U.M.A. que se ocupa de la gestión y el transporte de los residuos peligrosos, se aprueba en 1987 (17 de junio) y se conoce como "Directrices y Principios de El Cairo". Sólo dos años después (23 de marzo de 1989) se aprueba por unanimidad entre los 116 Estados participantes el llamado Convenio de Basilea, que entró en vigor el 5 de mayo de 1992, aunque no fue ratificado por la U.E. en su totalidad hasta 1993 por medio de la Decisión 93/98, de 1 de febrero.

No es ésta, sin embargo, la primera norma comunitaria que se ocupa del problema. Así, a lo largo de los años 80 fueron surgiendo una serie de disposiciones sobre el transporte, tanto intracomunitario como a terceros países, que fueron sustituidas por el Reglamento 259/93, de 1 de febrero, que entró en vigor en mayo de 1994.

En estas disposiciones legales, se obliga al poseedor de los residuos a hacer una notificación del envío previsto a las autoridades competentes del Estado destinatario que, junto al Estado exportador, debe autorizar el traslado. Durante todo el proceso, un documento de seguimiento debe reflejar todas las operaciones que se realizan en las distintas fases.

En España, junto a la Ley 20/86 Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos y el Reglamento que la desarrolla, la Orden de 12 de marzo de 1990 incorpora a nuestro ordenamiento jurídico la normativa comunitaria. En lo que se refiere al traslado transfronterizo de residuos peligrosos pueden plantearse problemas de determinación de competencias entre las comunidades autónomas y los órganos centrales, pues, mientras el exportador de otro Estado debe notificar el traslado de residuos peligrosos a la comunidad autónoma correspondiente, el acuse de recibo de tal notificación debe expedirlo el Ministerio de

Obras Públicas, lo que puede producir evidentes problemas de coordinación (CAMPINS ERITJA, M., 1994).

Cuantitativamente, los resultados de esta amplia actividad legislativa se traducen en 59 normas (un 16,8% del total), distribuidas a partes casi iguales entre la Unión Europea y el Estado Español. Destaca la aparición tardía de estas disposiciones, especialmente en el ámbito comunitario; tímidamente en el periodo 1981-85, no es hasta la segunda mitad de los 80 cuando se inicia una preocupación seria en el terreno legislativo por el transporte de mercancías peligrosas, aunque existieran, eso sí, acuerdos internacionales y europeos anteriores (figura 4.1). En cuanto al tipo de normas, siguen predominando las de aplicación mediatizada, si bien la relación con las de carácter directo es más equilibrada que en otras materias.

En España, la presencia de esta normativa es más temprana, siendo ya abundante en la primera mitad de la década de los 80, y adopta la forma de decretos y órdenes mayoritariamente.

Pese al elevado número de normas que regulan el transporte, la referencia a la ordenación del territorio relacionada con riesgos de naturaleza catastrófica es prácticamente inexistente en ellas. Así, la Ley 16/87, de 30 de julio, sobre Ordenación de los Transportes Terrestres alude únicamente a la necesidad de establecer ciertas prohibiciones o restricciones en zonas determinadas, según sean de dominio público, servidumbre o afectación (artículos 15 y 168), o señala la atención que debe prestarse a aspectos urbanísticos, medioambientales y de seguridad a la hora de decidir el emplazamiento de las estaciones ferroviarias (artículo 130.1).

Junto a la disposición anterior, el R.D. 74/92, de 31 de enero, que aprueba el Reglamento Nacional de Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera (T.P.C.), dicta algunas normas para el estacionamiento de vehículos dedicados a este tipo de transporte (artículo 6), señalando la obligatoriedad de utilizar las vías de circunvalación de las ciudades siempre que las hubiere (artículo 11), y permitiendo ciertas restricciones a la circulación de estos vehículos cuando "fuere preciso" por las especiales características de un tramo de carretera, vía rápida, auto-

vía, autopista (túneles, proximidad de embalses, zonas densamente pobladas...) (artículo 10)<sup>2</sup>.

Al lado de estas normas de carácter más general, otra tan específica como la Ley 4/64, de 29 de abril, reguladora de los teleféricos, considera necesaria la existencia de una zona de influencia reservada, que se deberá determinar en cada caso según las condiciones geológicas del terreno.

#### d) Disposiciones que controlan el ciclo nuclear

Desde 1958, año en que se constituye la Comunidad Europea de Energía Atómica (EURATOM), la preocupación comunitaria por el control de este tipo de energía y las actividades afines ha sido una constante. Pese a ello, dado que el desarrollo de la industria nuclear se asociaba a la modernización tecnológica y a una mayor independencia energética, se potenciaba su utilización a la vez que iba surgiendo un cuerpo legislativo que pretende controlar los peligros derivados de estas actividades, y que se intensifica sustancialmente a partir del accidente de Chernobyl de 26 de abril de 1986.

El grado de peligrosidad extrema de las actividades relacionadas con el ciclo nuclear, que estas disposiciones legales pretenden controlar, explica que de las veinte normas comunitarias que, dejando al margen las relativas a los residuos y su transporte (analizadas separadamente), hacen referencia a riesgos catastróficos, doce sean Reglamentos, a los que hay que añadir dos Directivas y dos Decisiones. Es decir, que un 70 % de las normas son aplicables directamente por los Estados miembros, aunque este porcentaje alcanza el 80 % si se consideran todas las disposiciones de obligado cumplimiento.

La resolución del Consejo de 22 de julio de 1975, sobre los problemas tecnológicos de la seguridad nuclear, plantea una armonización progresiva de los criterios nacionales de seguridad. El control de la seguridad es asimismo el objetivo del Reglamento 3.227/76 E, mientras que los casos de

emergencia radiológica pretenden ordenarse con la Decisión 87/600 E, sobre intercambio de información en caso de emergencia y los Reglamentos 944/89 E y 2.218/89 E (este último modificado por el Reglamento 770/90 E), que establecen tolerancias máximas de contaminación en los alimentos, así como los Reglamentos 2.219/89 E y 4.003/89 E, relativos respectivamente al control de la exportación e importación de productos alimenticios.

La Decisión 89/618 E, por su parte, (que modifica la Recomendación 86/156 E y los Reglamentos 1.388/86 E, 1.707/86 E, 1.762/86 E, 3.855/87 E y 3.954/87 E), hace referencia a la información al público en general sobre medidas de protección tras un accidente o caso de emergencia radiológica y la Decisión 87/600 E recoge el acuerdo internacional firmado tras el accidente de Chernobyl sobre "Primera Notificación de Accidente Nuclear", instaurando la obligada declaración a la Comunidad de incidentes y situaciones de emergencia radiológica. Por último, la Recomendación 90/143 E intenta proteger a la población de los peligros de la exposición al radón dentro de los edificios.

En cuanto a la normativa española, la Ley 25/64, de 29 de abril, Reguladora de la Energía Nuclear, la Ley 25/68, de 20 de junio, que la modifica, y el Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas, aprobado por Decreto 2.869/72, de 21 de julio, que desarrolla las anteriores, constituyen el primer cuerpo legislativo sobre esta materia, que había tenido su precedente en el Decreto-Ley de 22 de octubre de 1951 por el que se creaba la Junta de Energía Nuclear. Durante esa primera etapa, se aprueban también los Decretos 2.177/67, de 22 de julio y 742/68, de 28 de marzo, que atienden precisamente a la cobertura de riesgos nucleares.

Las citadas normas no hacen recomendaciones concretas respecto a las medidas territoriales a adoptar y únicamente la Ley 25/64, de 29 de abril, señala la necesidad de realizar un análisis previo de los posibles riesgos a evitar a la hora de autorizar las instalaciones (artículo 29), mientras que el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares Radiactivas (Real Decreto 2.869/72, de 21 de julio) establece en su artículo 7 la necesidad de acompañar las solicitudes de autorización, de un estudio de las condiciones del em-

(2) Por acuerdo de marzo de 1996 se aprueba la Directriz Básica de Protección Civil ante el riesgo provocado por el transporte de mercancías peligrosas.

- 116 plazamiento previsto: lugar, terreno circundante, distribución de la población, y de las características geológicas, sismológicas, hidrográficas y meteorológicas de la zona. Además, el artículo 25 señala como requisito la realización de un estudio previo sobre seguridad, evaluando los riesgos tanto en condiciones normales como en posibles situaciones de accidentes, requiriendo la elaboración de un Plan de Emergencia, donde se detallen las medidas previstas para proteger a la población de la zona afectada.

Unos años después se dicta una nueva norma sobre Ordenación de Actividades en el Ciclo del Combustible Nuclear: Real Decreto. 2.967/79, de 7 de diciembre, y se asignan competencias en esta materia a la Empresa Nacional de Uranio, S.A. (ENUSA) asesorada por la Junta de Energía Nuclear. Esta norma ha sido modificada posteriormente por los Reales Decretos 1.899/84, de 1 de agosto, 1.611/85, de 17 de julio, y 813/88 de 15 de julio.

Por su parte, la Ley 15/80, de 22 de abril, crea el Consejo de Seguridad Nuclear (que sustituye a la anterior Junta de Energía Nuclear), cuyo Estatuto se aprueba por Real Decreto 1.157/82, de 30 de abril, entre cuyas competencias se incluyen el asesoramiento a la Administración Pública en esta materia, la concesión de autorizaciones para instalaciones nucleares y su emplazamiento, colaboración en planes de emergencia y la realización de inspecciones y controles. El Estatuto del Consejo se modifica parcialmente en el Real Decreto 643/89, de 2 de junio. Otro organismo ligado al ciclo nuclear es la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (E.N.R.E.S.A.), creada por RReal Decreto 1.522/ 84, de 4 de julio, y regulada por la Orden de 30 de diciembre de 1988.

Junto a las anteriores, otras dos normas: Real Decreto 1.428/86, de 13 de junio y Real Decreto 903/87, de 10 de julio, que modifica al anterior, regulan la utilización de pararrayos radiactivos, mientras que la Orden de 29 de marzo de 1989 aprueba el Plan Básico de Emergencia Nuclear. Por último, la Orden de 16 de febrero de 1989 y la Resolución de 3 de febrero de 1994 se encargan de regular la concesión de subvenciones y ayudas, la primera en concreto a las corporaciones locales para que creen la infraestructura exigida en los Planes de Emergencia Nuclear.

En total, son 24 las normas sobre actividades nucleares dictadas en nuestro país en los últimos 30 años, todas de ámbito nacional, no existiendo, en este sentido, actividad legislativa por parte de la comunidad autónoma.

e) *Evolución de las normas relativas a actividades no nucleares generadoras de riesgo*

La reglamentación de aquellas otras actividades que pueden resultar peligrosas se rige básicamente en el ámbito comunitario por la Directiva 82/501, de 24 de junio, relativa al riesgo de accidentes mayores en determinadas industrias. El accidente de Seveso (Italia) de 1976 había suscitado una importante reacción internacional y dio lugar a la aprobación de la citada directiva que, aunque como se señala en el texto, sólo se ocupa de determinadas instalaciones industriales, pretende en el futuro ampliar su esfera de acción a las llamadas catástrofes naturales.

Entre las medidas adoptadas, se encuentra la necesaria información del fabricante a las autoridades competentes, tanto sobre las características de sus instalaciones como sobre cualquier tipo de accidentes. Del mismo modo, se señala la obligación, por parte de las instituciones implicadas, de informar debidamente a las personas con riesgo de resultar afectadas, y a la Comisión sobre los accidentes graves ocurridos en sus respectivos territorios.

Después de la catástrofe de Bhopal (India) de 1984, se ha modificado dos veces esta norma por medio de las Directivas 87/216, de 19 de marzo, y 88/610, de 24 de noviembre, rebajando entre otras cosas las cantidades límites en el uso de determinadas sustancias para considerar a una industria como peligrosa.

En este mismo sentido, se aprobó en 1987 un Acuerdo Parcial del Consejo de Europa en materia de Prevención, Protección y Organización de Ayudas frente a Riesgos Naturales y Tecnológicos, y en el seno de esta misma institución se aprobó también un Convenio sobre Responsabilidad Civil de los Daños Resultantes de Actividades Peligrosas el 9 de marzo de 1993.

Por su parte, la Directiva 84/360 se ocupa de los problemas derivados de la contaminación atmosférica proce-

dente de las instalaciones industriales. Se trata de una Directiva marco que debe ser completada con otras normas específicas para los distintos tipos de actividades.

En España está aún vigente, aunque sólo en parte, la Ley de Industria de 24 de noviembre de 1939, pero más específicamente, en relación al tema que nos ocupa, el Decreto 2.414/61, de 30 de noviembre, que aprueba el Reglamento sobre Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, estableciendo una clasificación de las mismas según los problemas que cada una de ellas genera, e insistiendo también acerca de los efectos aditivos que pueden producirse por la instalación de nuevas actividades donde ya existían otras. La Orden de 15 de marzo de 1963 aprueba la aplicación del Reglamento, señalando, además, que todos los municipios con más de 50.000 habitantes tienen que aprobar Ordenanzas Municipales sobre actividades MINP. El Decreto 3.495/64, de 5 de noviembre, modifica la normativa anterior, y la Orden de 21 de marzo de 1964, por su parte, prorroga el plazo de aplicación de la Orden de 15 de marzo de 1963.

Como señala L. de la Morena, el Reglamento sobre Actividades MINP "se está revelando como el arma más eficaz y operativa puesta en manos de los municipios en su lucha contra la contaminación" (MORENA, L. DE LA, 1981, 95). Sin embargo, es bastante impreciso en cuanto a las normas relacionadas con el territorio, pues remite a las Ordenanzas Municipales y los Planes de Ordenación Urbana en relación con el emplazamiento de las actividades clasificadas y, únicamente en el caso de que tales normas no existan, señala que será una Comisión Provincial de Servicios Técnicos quien decida los lugares adecuados para dicho emplazamiento, estableciendo, eso sí, una regla general para las industrias peligrosas e insalubres a las que sólo permite emplazarse a una distancia igual o superior a 2.000 m del núcleo urbano más próximo (artículo 4). No obstante, deja abierta la posibilidad de que, previo informe favorable de la citada comisión, se autoricen otros emplazamientos (artículo 20). Pero, además, al no establecer limitaciones a la localización de otros usos alternativos de suelo (incluso de viviendas) en ámbitos próximos a las industrias, permite que en la práctica, algunas actividades clasificadas como peligrosas vayan quedándose totalmente integradas en la trama urbana.

La normativa comunitaria antes citada es adaptada a nuestro ordenamiento jurídico por medio de los Reales Decretos 886/88, de 15 de julio (Directiva 82/501) y 952/90, de 29 de junio (Directivas 87/216 y 88/610) sobre Prevención de Accidentes Mayores en determinadas Industrias. En ellos se establece la obligación de diseñar Planes de Emergencia Interior (obligatorios a partir de enero de 1989) y Exterior (a partir de enero de 1992), estos últimos diseñados para distintas escalas espaciales. A su vez, se exige a las industrias afectadas por la norma realizar una declaración sobre su localización y emplazamiento, condiciones meteorológicas dominantes y otras causas de peligro imputables a su ubicación.

Aunque las competencias esenciales en la materia las tienen los órganos correspondientes de las comunidades autónomas, se mantienen también las competencias de alcaldes y delegados del Gobierno, así como de la Dirección General de Protección Civil del Ministerio del Interior, que debe homologar los Planes Territoriales Regionales y servir de enlace con los órganos comunitarios competentes.

Profundizando en lo anterior, la Orden de 21 de marzo de 1989 creaba la Comisión Técnica del Riesgo Químico, dependiente de la Comisión Nacional de Protección Civil, entre cuyas obligaciones se encuentra la de realizar Programas de Acción anuales. Por Resolución de 9 de julio de 1990, se aprobaba la colaboración con dicha Comisión del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), dependiente del Ministerio de Industria. En el seno de esta Comisión, se diseña la Directriz Básica para la Elaboración y Homologación de los Planes Especiales del Sector Químico, aprobada por Resolución de 30 de enero de 1991. En ella se establecen las características que deben reunir los Planes de Emergencia Exterior y los Planes de Actuación Municipales, señalando como umbral de riesgo para llevar a cabo medidas correctoras la cifra  $10^{-6}$  víctimas/año, y dividiendo en tres categorías los accidentes según tengan como consecuencia daños materiales interiores (categoría 1), posibles víctimas y daños materiales graves en el exterior (categoría 2), si bien deja sin concretar los de la categoría 3, para los que remite al Real Decreto 886/88. A su vez, diferencia entre accidentes de tipo mecánico, térmico y químico.

PLANES DE EMERGENCIA INTERIOR Y EXTERIOR EN EL REAL DECRETO 886/1988, DE 15 DE JULIO, SOBRE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES MAYORES EN DETERMINADAS ACTIVIDADES

A veces, con un origen muy diverso, las industrias pueden entrar en situación de emergencia. Para estos casos, se han desarrollado instrumentos que pretenden paliar, en la medida de lo posible, los riesgos y efectos no deseados. Este es el caso de los Planes de Emergencia Interior y Exterior. Los primeros son responsabilidad de las industrias y tienen por objeto mitigar los accidentes; los segundos son responsabilidad de la autoridad competente de la Comunidad Autónoma, y están dirigidos a proteger a la población.

En el caso de que ocurra un suceso clasificado como notificado en el Plan de Emergencia Interior en alguna de las actividades clasificadas en el Real Decreto, el industrial estará obligado a comunicarlo de inmediato a las autoridades competentes que determine el Plan de Emergencia Exterior, informando además de las medidas previstas para combatir los efectos del accidente y garantizar la seguridad de las instalaciones de su entorno y la protección de las personas, del medio ambiente y de los bienes.

Los Planes de Emergencia Exterior de las industrias y polos industriales afectados por el Real Decreto deben ser elaborados y aprobados por las Comunidades Autónomas teniendo en cuenta los criterios de la Directriz Básica para la Planificación del Riesgo Químico, así como las informaciones aportadas por industriales y ayuntamientos. En ellos se detallarán los medios y recursos que deban catalogarse como movilizables en los casos de accidentes mayores. En su ámbito territorial, las Comunidades Autónomas ejecutarán los Planes de Emergencia Exterior, en coordinación con los órganos de la Administración del Estado y con las autoridades locales. Cuando las consecuencias del accidente superen el ámbito de la Comunidad Autónoma o éste sea de tal envergadura que exija una dirección nacional, el organismo autónomo competente dirigirá la ejecución de los Planes.

Desde una óptica territorial, se establecen zonas de riesgo que deben contar con una base cartográfica a escala al menos 1/5.000, distinguiendo entre zonas de intervención y zonas de alerta, y confeccionando mapas de riesgo y de vulnerabilidad. En definitiva, la finalidad de esta norma es la información y formación de la población para sensibilizarla y capacitarla para reaccionar en situaciones de riesgo.

Sirven como complemento a las disposiciones analizadas la Ley 38/72, de 22 de diciembre, de Protección del Ambiente Atmosférico y el Real Decreto 833/75, de 6 de febrero que la desarrolla. Dichas normas señalan la posible declaración de zonas de atmósfera contaminada, y los municipios incluidos en ellas están obligados a establecer estaciones para el control de la contaminación, pudiéndose prohibir la instalación o ampliación de actividades que contribuyan a esta situación. No se hace ninguna referencia, sin embargo, al emplazamiento de la industria en relación con los vientos dominantes.

Junto a las anteriores, afectan también a los riesgos asociados a las actividades las Leyes 22/73, de 21 de julio, de Minas y 54/80, de 5 de noviembre, que la modifica, así como el Real Decreto 2.857/78, de 25 de agosto, que aprueba el Reglamento que desarrolla la Ley. En estas disposiciones se obliga a designar el perímetro de protección que se considere necesario, señalándose también que no podrán abrirse calicatas, efectuar sondeos ni hacerse labores mineras a una distancia menor de 40 metros de edificios, ferrocarriles, puentes o conducciones de agua; a menos de las distancias que se establezcan de carreteras, autovías y autopistas; a menos de 100 metros de alumbramientos, canales, acequias y abrevaderos o fuentes públicas; ni dentro de los perímetros de protección de baños o aguas minero-medicinales o minero-industriales o termales y recursos geotérmicos; ni a menos de 1.400 metros de puntos fortificados salvo que se obtenga autorización militar para ello. Señala, asimismo, que en las proximidades de presas, embalses y pantanos se deberá fijar una distancia mínima para los aprovechamientos mineros.

Por último, el reglamento de explosivos aprobado por Real Decreto 2.144/78, de 8 de marzo, y la Ley 21/92, de 16 de julio, de Industria (que deroga en gran parte la del 39) se relacionan también con este tipo de riesgos. En la

Ley de Industrias se establecen Reglamentos de Seguridad para determinadas instalaciones y productos, creándose el Consejo de Coordinación de la Seguridad Industrial, dependiente del Ministerio de Industria, pero con representante de las Administraciones Autonómicas y otras Administraciones del Estado.

Por Real Decreto 698/79, de 13 de febrero se transfieren a la comunidad autónoma de Andalucía competencias en materia de Actividades Clasificadas, que la Comunidad atribuye a la Consejería de Gobernación por Decreto 20/85, de 5 de febrero. Junto a ella, los ayuntamientos están obligados a llevar un Libro Registro de las mismas. Por R.D. 1281/79, de 10 de Mayo, se aprueba el Plan de Acciones Urgentes de la Punta del Sebo (Huelva) y por acuerdo del Consejo de Gobierno de 3 de octubre de 1992 los Planes Provisionales del Sector Químico de las provincias de Cádiz, Córdoba, Granada, Huelva, Málaga y Sevilla.

Pero la regulación de estas actividades en Andalucía ha quedado definitivamente establecida con la Ley 7/1994, de 18 de mayo, de Protección Ambiental (incluida en el epígrafe más genérico de "otras disposiciones") y sus Reglamentos<sup>3</sup>, donde se atribuye a los poderes públicos la función de tutela ambiental, y se potencia la gestión en esta materia por parte de las Corporaciones Locales. La Ley desarrolla sus objetivos a través de tres campos de acción: la prevención ambiental, la mejora de la calidad ambiental y la disciplina ambiental. La clasificación de actividades se realiza en función de su grado de impacto sobre el medio, estando sometidas, según los casos, a distintos mecanismos de prevención: Evaluación, Estudio y Declaración de Impacto Ambiental, Informe Ambiental y Calificación Ambiental.

(3) Sus Reglamentos (D. 292/95, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental; D. 283/95, de 21 de noviembre por el que se aprueba el Reglamento de Residuos; D. 297/95, de 19 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Calificación Ambiental; y D. 153/96, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Informe Ambiental) han sido aprobados con posterioridad a la realización de este trabajo.

En conclusión, la normativa comunitaria que sirve de marco a nuestro ordenamiento jurídico en cuanto a riesgos por actividades diversas se centra en cuatro Directivas (de nuevo aquí se elige el instrumento más flexible), adaptadas en España por Reales Decretos. En nuestro país, la normativa en este campo comienza a desarrollarse, como se ha visto, mucho antes de nuestra incorporación a las Comunidades Europeas, pues en ese momento existían ya 10 de la 25 normas emitidas. Destaca, por otra parte, la presencia de dos disposiciones en el ámbito de la Comunidad Autónoma, a partir del momento de la transferencia de competencias desde la Administración Central.

#### *f) Normativa relativa a la utilización de sustancias y preparados peligrosos*

Entre la normativa comunitaria que se ocupa del control de aquellos preparados y sustancias que pueden ser considerados como peligrosos pueden diferenciarse, al menos, dos grupos de disposiciones. Por su importancia cuantitativa, ocupa el primer lugar el que incluye normas que intentan controlar la clasificación, envasado y etiquetado de dichas sustancias, siendo ya muy numerosas las medidas que sólo pretenden adaptar antiguas normas al progreso técnico. En efecto, el descubrimiento de nuevos preparados y sustancias o de propiedades existentes en algunas de ellas que antes eran desconocidas, hace necesario modificar tanto las listas de las mismas como los criterios de peligrosidad considerados.

Entre estas medidas, hay que destacar la Directiva 67/548, de 27 de junio de 1967, que incluye una relación bastante completa de sustancias, distinguiendo entre criterios de peligrosidad relacionados con las propiedades físico-químicas de las mismas (explosividad, inflamabilidad...) y criterios de peligrosidad debidos a su grado de toxicidad. Esta Directiva ha sido modificada ya más de veinte veces (es el caso, por ejemplo, de las Directivas 70/189, 75/409, 81/957, 88/490, 91/632, 93/101..., por citar sólo algunas). Pero entre las disposiciones legales que intentan adecuar dicha norma a las necesidades de cada momento destaca la Directiva 83/467, de 29 de julio, que añade a los criterios clasificatorios antes mencionados otros dos nuevos: uno relacionado con los riesgos para la salud (carcinógeno, teratogénico, mutagénico, ...) y otro con el grado de peligrosidad con que pueden incidir en el medio ambiente.

120 Por su parte, la Decisión de 11 de mayo de 1981 tiene como objetivo definir los criterios según los cuales los Estados miembros suministrarán a la Comisión las informaciones relativas al inventario de sustancias químicas peligrosas (*European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances*). En la Directiva 91/155, de 5 de marzo, se definen y fijan las modalidades del sistema de información sobre preparados peligrosos y en la 93/67, de 20 de julio, se establecen principios para evaluar el riesgo, para el ser humano y el medio ambiente, derivado de la utilización de sustancias químicas. Por último, los Reglamentos 793/93, de 23 de marzo, y 1.179/94, de 25 de mayo, se ocupan asimismo de la evaluación y el control del riesgo de las sustancias existentes.

Un segundo tipo de normas está relacionado con el control de la comercialización de preparados peligrosos y restringen el uso de algunas sustancias químicas en la fabricación de determinados productos. Es el caso de la Directiva 76/769, de 27 de julio, cuyos anexos se modifican en otras Directivas para adaptarse a las distintas clases de productos (79/663, 82/806, 82/828, 83/264, 83/478, 85/467, 85/610, 89/677 y 89/678).

En este mismo sentido, la Recomendación de 3 de marzo de 1992 se ocupa de la información que debe presentar todo responsable de un preparado peligroso que se acoja al carácter confidencial del nombre químico de una sustancia.

La normativa española en este campo está constituida por el Reglamento sobre Clasificación, Envasado y Etiquetado de Sustancias Peligrosas, aprobado por Real Decreto 1.078/93, de 2 de julio, que actualiza el Reglamento anterior aprobado por Real Decreto 2.216/88, de 23 de octubre (modificado a su vez por los Reales Decretos 725/88, 149/89 y 150/89 y las Órdenes de 7 de septiembre de 1988, de 29 de noviembre de 1990 y de 9 de diciembre de 1992).

Junto a dichas normas, la Orden de 21 de julio de 1992 sobre almacenamiento de productos químicos, el Real Decreto 822/93, de 28 de mayo, que regula la manipulación de sustancias químicas en prácticas de laboratorio, y la Ley 15/94, de 3 de junio, por la que se establece el ré-

gimen de utilización confinada, liberalización voluntaria y comercialización de organismos modificados genéticamente a fin de prevenir riesgos para la salud humana y el medio ambiente, completan el marco jurídico que se ocupa del control de los riesgos derivados del uso y manipulación de sustancias químicas.

La comercialización de dichas sustancias se reglamenta por medio del Real Decreto 1.406/89, de 10 de noviembre, actualizado por las Órdenes de 14 de diciembre de 1990, 30 de diciembre de 1993 y 4 de febrero de 1994.

Por tanto, el elevado número de normas sobre sustancias y preparados peligrosos (casi una cuarta parte del total) se asocia a las numerosas modificaciones y adaptaciones al progreso técnico que ha sufrido la normativa comunitaria sobre uso y comercialización de estos productos. En España, esta materia se regula a través de Decretos (la mayoría de los cuales viene a adaptar el derecho comunitario) y Órdenes (en buena parte, actualización o modificación de los Decretos), aunque no hay que perder de vista la existencia de cuatro disposiciones al respecto antes de nuestra integración en la Unión Europea.

#### g) Normas relativas a residuos, desechos y vertidos

Para el análisis de los residuos y desechos peligrosos es necesario hacer una diferenciación entre los incluidos genéricamente en esta categoría y aquellos otros que, por su estrecha relación con determinadas actividades o elementos, se tratan específicamente junto a otras normativas. Es el caso, por ejemplo, de los residuos nucleares y de los vertidos en el medio acuático.

En general, se considera residuo "todo bien u objeto que se obtiene a la vez que el producto principal, e incluye tanto los que han devenido inaprovechables (desechos), como los que simplemente subsisten después de cualquier tipo de proceso (restos o residuos propiamente dichos). Sin embargo, una de las mayores dificultades a las que se enfrenta cualquier intento de reglamentar la gestión de los residuos, y en particular de los residuos peligrosos, es la carencia de una definición generalmente aceptada de este término" (CAMPINS ERITJA, M., 1994, 29-30).

En la legislación comunitaria, los residuos peligrosos se definen en la Directiva 78/319, de 30 de marzo, remitiendo simplemente a la lista de 27 sustancias que figuran en el anexo, a las que deberán sumarse otras al irse descubriendo su peligrosidad, sin que se precise sobre cantidades límite. Esta circunstancia ha representado una seria dificultad a la hora de transponer esta norma a las legislaciones de los distintos Estados. Es por ello, por lo que la Directiva 91/689, de 12 de diciembre (pendiente de modificación a propuesta del Consejo de 21 de septiembre de 1993), recogiendo las llamadas Directrices y Principios de El Cairo, elaboradas en 1987 en el ámbito del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (P.N.U.M.A.), intenta precisar más en su definición, clasificando los residuos por medio de la combinación de tres listas básicas que aparecen en los anexos y en las que se recogen respectivamente su estado físico (sólido, líquido, gaseoso) y la actividad que los genera, las sustancias peligrosas que los componen y los tipos de peligrosidad. Aunque en principio esta Directiva fijaba como plazo de aplicación el 31 de diciembre de 1993, dicho plazo ha sido prorrogado un año.

En estrecha relación con lo anterior, las Directivas 78/176, 82/883 y 92/112 se ocupan de los residuos procedentes de la industria de dióxido de titanio, la 75/439, de 16 de julio, a la gestión de los aceites usados y la 76/403, de 6 de abril, reglamenta el uso de PCB y PCT (policlorobifenilos y policloroterfenilos).

En España, la Ley 20/86, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos y el Real Decreto 833/88, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley, constituyen el marco legal general sobre esta temática, introduciendo una lista con los tipos de residuos, sus características de peligrosidad, las actividades y procesos que los generan y las sustancias que los constituyen.

Junto a las citadas normas, las Órdenes de 28 de febrero de 1989 y 13 de junio de 1990 se encargan de transponer al ámbito nacional las Directivas comunitarias relativas a los aceites usados; la Orden de 14 de abril de 1989, de la gestión de los PCB y PCT; y, por último, la Orden de 18 de abril de 1991 se ocupa de aplicar las normas dicta-

das por la Unión Europea en relación a los residuos procedentes de la industria de dióxido de titanio. 121

Siguiendo los dictados de la Ley, en octubre de 1988 se aprueba el Plan Nacional de Residuos Tóxicos y Peligrosos y un año más tarde, en julio de 1989, el Plan Nacional de Residuos Industriales.

Respecto a los vertidos, en la misma línea de los acuerdos internacionales (Convenio de Londres y Convención de Oslo de 1972; Convenio de París y Protocolo de Barcelona de 1976; Protocolo de Atenas de 1980) la Directiva marco 76/464, de 4 de mayo, se ocupa de los de sustancias peligrosas realizados en el medio marino, clasificando las sustancias en dos categorías —conocidas como lista negra y lista gris—, según su grado de peligrosidad, mientras que la Directiva 78/176, de 20 de febrero establece un sistema de autorización previa a los vertidos.

Por otra parte, la Directiva 80/68 se ocupa de la protección de las aguas subterráneas contra los vertidos de sustancias peligrosas, estableciendo también dos listas de sustancias que, curiosamente, no coinciden con las de la directiva anterior.

Como complemento, las Directivas 78/176, (modificada por las Directivas 82/883, 83/29 y 89/428), 82/176, 83/513, 84/491, y 86/280 (modificada por las Directivas 88/347 y 90/415), hacen referencia a los vertidos de determinadas sustancias peligrosas. Las Órdenes de 12 de noviembre de 1987 y 13 de marzo de 1989 y los Reales Decretos 258/89, de 10 de marzo y 1471/89, de 1 de diciembre, adaptan al territorio nacional la normativa comunitaria sobre vertidos, aunque hasta 1986 no se incorporan al dominio público las aguas subterráneas (Real Decreto 849/86, de 11 de abril, sobre Dominio Público Hidráulico), estableciéndose también listas de sustancias que coinciden con las de la Directiva 80/68.

Otro tipo de disposiciones que aluden a los vertidos son algunas de las leyes marco que ya han sido analizadas con anterioridad: la Ley 29/85, de 2 de agosto, de Aguas, la Ley 22/88, de 28 de julio, de Costas, y los Reglamentos que las desarrollan y el Real Decreto 2.414/61, de 30 de noviembre, que reglamenta las actividades MINP.

**122** En la primera, entre otras medidas, se condiciona la autorización de vertido al estudio de las características del medio receptor, previendo las posibles filtraciones a aguas subterráneas, para lo que se tiene también en cuenta la proximidad de puntos de captaciones de agua. En aguas superficiales se considera necesaria una adecuada depuración de los vertidos, que se clasifican según sus características (toxicidad, persistencia o bioacumulación) y las del medio receptor. En lo referente a las zonas húmedas, para las que se prevé un inventario con características detalladas y la posibilidad de un perímetro de protección, somete a las actividades a implantación o autorización o concesión administrativa, controlándose especialmente por parte de la Administración tanto los vertidos como el peligro de disminución de agua en las zonas.

En cuanto a la Ley de Costas, regula los riesgos procedentes de los vertidos (contaminación) y la extracción de áridos (erosión), y establece algunos condicionantes tales como sujeción a autorizaciones, concesiones, cánones y tasas. Desde el punto de vista territorial:

- Se prohíbe el vertido de residuos sólidos y escombros al mar y su ribera, así como a la zona de servidumbre de protección, excepto cuando los residuos sean utilizables como relleno y estén debidamente autorizados.
- Se condicionan, asimismo, otros tipos de vertidos en función de la capacidad de absorción de carga contaminante del medio receptor.
- Se señala la necesidad de realizar un estudio hidrogeológico en los casos en el que el vertido pueda propiciar la infiltración de contaminantes en las aguas subterráneas.
- Se considera necesario para los focos contaminantes por hidrocarburos situados en los puertos, mar territorial y aguas interiores la existencia de instalaciones cercanas de tratamiento de residuos.
- Se limita la implantación de actividades de extracción de áridos y dragados en dominio público, mar territorial, etc.

Por último, en el Real Decreto 2.414/61, de 30 de noviembre, que reglamenta las actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas (analizado más pormenorizadamente en el apartado de actividades), se prohíbe a los establecimientos industriales que produzcan aguas residuales capaces, por su toxicidad o por su composición quí-

mica y bacteriológica, de contaminar las aguas —tanto superficiales como profundas— la apertura de pozos, zanjas, galerías o cualquier otro dispositivo destinado a facilitar la absorción de dichas aguas sobre el terreno, a menos que se sitúen a más de 500 metros de poblado y que un estudio geológico demuestre la imposibilidad de contaminación de las aguas freáticas. También se prohíbe el vertido directamente a ríos y arroyos sin previa autorización, salvo que la cantidad vertida sea al menos 20 veces inferior al de los que en el estiaje lleva el curso del agua, o no exista poblado aguas abajo "a una distancia inferior a la necesaria para que se verifique la autodepuración de la corriente" (artículo 17).

En Andalucía, donde las competencias sobre control y vigilancia de la calidad de las aguas litorales se encuentran íntegramente transferidas a la Administración Autónoma, se desarrollan desde finales de la década de los 80 los Planes Correctores de Vertidos Industriales en las aglomeraciones urbanas de la franja costera. Los primeros en ponerse en marcha fueron los de Huelva y la Bahía de Algeciras y, posteriormente, el de la Bahía de Cádiz. Con una filosofía de planificación dinámica y flexible, conjugan medidas de incentivación (subvenciones) con otras de control e intervención directa. La Ley 7/94, de 18 de mayo de Protección Ambiental (que se analiza más adelante) establece la figura del Plan Director Territorial de Residuos en el que se integrarán los Planes Directores Provinciales, y señala que para la planificación y gestión de residuos tóxicos y peligrosos podrán elaborarse Planes de Gestión adaptándose al Plan Nacional de Residuos Industriales.

Por su parte, EGMASA (Empresa de Gestión Medioambiental de la Comunidad Autónoma), creada por Decreto 17/89 de 7 de febrero, se encarga entre otras cosas de la gestión y tratamiento de los residuos industriales.

Una modalidad de desechos y residuos que no se rige por las disposiciones anteriores es la de los procedentes del ciclo nuclear, lo que se justifica por constituir una materia sujeta al Tratado de la Comunidad Europea de la Energía Atómica (CEEA o EURATOM). El Reglamento EURATOM 93/1493, de 8 de junio, la Directiva 92/3, de 3 de octubre y la Decisión de 1 de octubre de 1993 se ocupan de su trá-

tamiento, pero sobre todo de los problemas relacionados con su traslado, por lo que se incluyen con las normas relativas al transporte.

En España, la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (ENRESA), creada por Orden de 30 de diciembre de 1988, controla todo lo relacionado con esta materia. En este caso, tanto la citada norma como alguna otra que regula el funcionamiento de este organismo, dadas sus especiales características, se han incluido con las disposiciones que regulan el ciclo nuclear.

En la legislación comunitaria, destaca el amplio número de Directivas emitidas (el 73,9% de las normas europeas en esta materia), siendo éste el instrumento más usado en este campo, al permitir una aproximación progresiva de las legislaciones estatales. Las normas de aplicación directa, mucho menos numerosas, se limitan a las Decisiones, denotando, pues una mayor flexibilidad que en otros tipos de riesgo.

En España, la regulación viene dada sobre todo, como se ha visto, a través de Órdenes (el 80,9% del total), que surgen fundamentalmente a partir de la fecha de incorporación a la Comunidad Europea, como adaptación de las numerosas Directivas ya comentadas.

#### *h) Otras disposiciones relacionadas con riesgos catastróficos*

En este último apartado, se han analizado un total de veinte normas, de las que sólo dos corresponden al ámbito comunitario, mientras que dieciséis tienen un carácter nacional y otras dos se dictan en la comunidad autónoma de Andalucía.

En cuanto a las disposiciones comunitarias, la Directiva 85/337, de 27 de junio, relativa a la Evaluación de Impacto de aquellos proyectos que de alguna forma pudieran afectar al medio, establece que el estudio de impacto debe realizarse sobre la base de una información exhaustiva, que no sólo ha de ser proporcionada por el titular del proyecto, sino que ha de ser completada tanto por las autoridades como por el público susceptible de ser afectado. Con posterioridad, una propuesta recoge la necesidad

de realizar lo que se llama Evaluación Estratégica Ambiental, que no es más que la ampliación de las Evaluaciones de Impacto Ambiental a políticas, planes y programas.

Junto a la citada norma, una Resolución del Consejo de 16 de octubre de 1989, da una serie de orientaciones generales en materia de riesgos técnicos y naturales, aunque no hace ninguna consideración concreta de interés respecto a su tratamiento en el planeamiento.

La temática que se aborda en la normativa nacional es más específica y muy variada. Un total de seis normas hacen referencia a incendios no forestales, y de ellas una se ocupa de reformar el Código Penal respecto al delito de incendios (Ley Orgánica 7/87, de 11 de diciembre); otras tres se ocupan de la prevención de incendios tanto en establecimientos turísticos (Órdenes de 25 de septiembre de 1979 y de 31 de marzo de 1980, que modifica la anterior) como sanitarios (Orden de 24 de octubre de 1979). Por su parte, la Orden de 29 de noviembre de 1984 es más genérica, ocupándose de los Planes de Emergencia contra Incendios y de Evacuación de Locales y Edificios, mientras que en la misma línea el Real Decreto 279/91, de 1 de marzo hace referencia a las Normas Básicas de Protección contra Incendios y Evacuación de Locales y Edificios.

En otro sentido, el Reglamento de Policía de Espectáculos Públicos se ocupa de controlar los riesgos asociados a este tipo de eventos, mientras que la Ley 38/72, de 22 de diciembre, y el Decreto 833/75, de 6 de febrero, que la desarrolla, se encargan de proteger el ambiente atmosférico, siendo modificados en sus anexos por el Real Decreto 547/79, de 20 de febrero. De estas últimas normas, la primera, en su artículo 5.1, señala la posible declaración de zonas de atmósfera contaminada y la obligatoriedad de ejercer controles en los municipios incluidos en ellas, debiendo instalarse centros de análisis de la contaminación en aquellas zonas en las que sean frecuentes las situaciones de emergencia.

De otro tipo de riesgo se ocupa el Decreto 3.209/74, de 30 de agosto, sobre normas sismorresistentes, estableciendo tres zonas según el grado de riesgo de intensidad sísmica, atendiendo a la cantidad de personas que perci-

124 ben el seísmo y a la forma en que éste es percibido. A su vez, clasifica las obras en tres tipos según el grado de resistencia de los elementos estructurales utilizados y agrupa los daños en cinco categorías: ligeros, moderados, graves, destrucción y colapso, señalando que en determinados casos será necesario un conocimiento preciso previo de las estructuras geológicas locales, considerando, a su vez, el uso final que tendrán las construcciones dado que ello, en caso de catástrofe, podría contribuir a aumentar el número de víctimas y daños (hospitales, centrales eléctricas, grandes presas...). Por último, diferencia entre las medidas a adoptar en las tres zonas clasificadas considerando que no es necesario aplicar normas sísmicas en la zona primera, excepto para el caso de estructuras o instalaciones especiales, mientras que establece ciertas matizaciones más precisas para las zonas segunda y tercera, tanto en relación con los elementos estructurales utilizados como con el destino final de los edificios<sup>4</sup>.

Las otras normas de ámbito nacional analizadas son más generales y no se ocupan de ningún riesgo en concreto. Se trata, por una parte, de la Ley 14/86, de 26 de abril, General de Sanidad, que en su artículo 24 señala que las actividades públicas y privadas que directa o indirectamente puedan tener consecuencias negativas para la salud serán sometidas por los órganos competentes a limitaciones preventivas de acuerdo con la normativa básica del Estado. Por otra parte, la Ley Orgánica 3/89, de 21 de junio, que actualiza el Código Penal, en su artículo 348 bis se ocupa de los delitos relacionados con riesgos.

Junto a las disposiciones anteriores, los Reales Decretos 1.302/86, de 28 de junio, y 1.131/88, de 30 de septiembre, que se ocupan de la Evaluación de Impacto Ambiental, representan un avance considerable respecto al posible control de las situaciones de riesgo, dado que para realizar ciertas obras o instalaciones es necesario un estudio previo pormenorizado de la localización y el emplazamiento, así como de todas aquellas acciones susceptibles de producir cualquier tipo de impacto. En esta normativa se rea-

liza una clasificación de los efectos que la actuación puede ejercer en el medio según el modo de producirse y su relación con el tiempo, se establecen cuatro categorías de impacto según su magnitud y las posibilidades de recuperación de las condiciones previas del medio y, por último, se recogen los doce tipos de obras, instalaciones o actividades que requieren un proceso de Evaluación del Impacto Ambiental.

En este último sentido, en la comunidad autónoma de Andalucía la Ley 7/94, de 18 de mayo, de Protección Ambiental establece, como ya se indicó en apartados anteriores, tres tipos de procedimientos a los que deben someterse las actividades y actuaciones según el grado de impacto que deban producir:

- Evaluación de Impacto, procedimiento al que deben someterse las que causan mayor repercusión ambiental.
- Informe Ambiental, procedimiento más breve y menos exigente para aquellas actuaciones que aunque no están incluidas en la legislación nacional sí lo están en la Directiva comunitaria.
- Calificación Ambiental, a la que deben someterse las actuaciones que generan menor impacto.

En relación al tema que aquí nos ocupa, la consideración de los riesgos de naturaleza catastrófica en el planeamiento podrá tener un tratamiento más efectivo, pues, siguiendo las propuestas comunitarias, se exige Evaluación de Impacto de los Planes Generales de Ordenación Urbana, Normas Subsidiarias y Complementarias de Planeamiento, así como de sus posibles revisiones y modificaciones.

Por último, la orden de 20 de junio de 1992 de la Consejería de Gobernación sobre Espectáculos Públicos pretende controlar los riesgos asociados a las concentraciones de personas producidas de forma ocasional, tanto en locales o establecimientos no destinados habitualmente a este tipo de acontecimientos, como en aquellos otros que aunque sí tengan por objeto la celebración de espectáculos públicos o actividades recreativas van a ser utilizados para un acto de carácter extraordinario. En ambos casos constituye un requisito la concertación de una póliza de seguro colectivo que cubra cualquier tipo de riesgo.

(4) Por Resolución de 5 de mayo de 1995 se aprueba la Directriz Básica de Protección Civil ante el riesgo sísmico.

*i) Creación y regulación de organismos e instituciones relacionados con riesgos catastróficos y su control*

Un total de 34 disposiciones legales se encargan de crear o regular organismos e instituciones cuyo objetivo es controlar situaciones de riesgo de naturaleza catastrófica.

En primer lugar, llama quizás la atención que entre la normativa aprobada en el seno de la Unión Europea no existan Reglamentos ni Directivas relativas a estos aspectos, precisamente el tipo de normas que más compromete al conjunto de los Estados miembros, aprobándose únicamente una Disposición<sup>5</sup> –la 91/396, de 29 de julio– por la que se crea un teléfono de urgencia europeo, único para toda la Comunidad, que, a partir del 31 de diciembre de 1996, permitirá a los ciudadanos llamar en caso de urgencia o catástrofe.

La Resolución 87/C-176/01, de 25 de julio aprueba un vademécum o manual práctico en materia de protección civil, estableciendo una tipología de catástrofes en las que se señalan las características de cada una y los planes de socorro que deben llevarse a cabo. La segunda, por su parte, pone de manifiesto la necesidad de que se elabore un banco de datos en materia de Protección Civil.

Siguiendo la misma línea, las Resoluciones 90/-315/02, de 23 de noviembre y 91/c-198-01, de 8 de julio, se ocupan de la mejora en la ayuda recíproca entre los Estados miembros en caso de catástrofes, ya sean éstas naturales o tecnológicas, por medio del envío de socorro con autonomía logística durante al menos 24 horas y con acceso a cualquier lugar en el que sea necesaria su ayuda; para lo que deben reducirse al mínimo las formalidades de entrada al Estado afectado.

En general, es la Dirección General de Medio Ambiente, Seguridad Nuclear y Protección Civil la institución responsable del control de las situaciones de riesgo. Existe también un Centro Europeo de Investigación de Técnicas

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN LA LEY 7/94, DE 18 DE MAYO, DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE ANDALUCÍA Y EL DECRETO 292/95, DE 12 DE DICIEMBRE

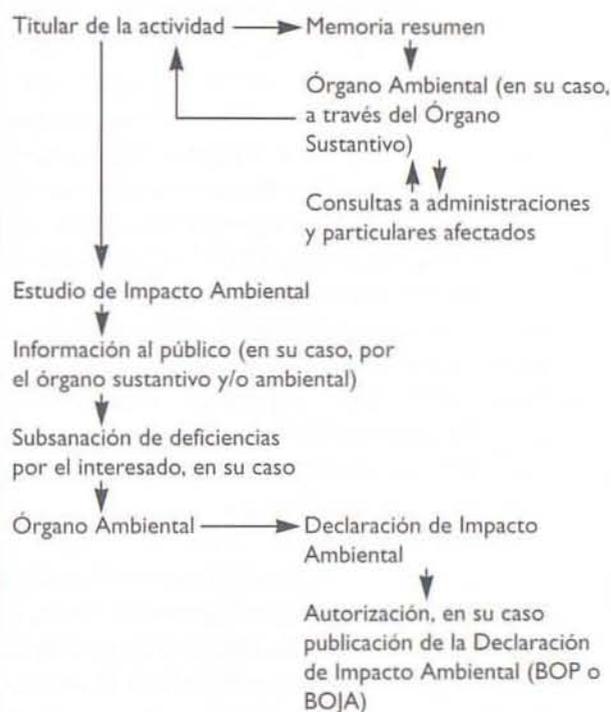
Órgano Ambiental: AMA

Órgano Sustantivo: Autoridad responsable de la autorización, aprobación, licencia o concesión.

Actividades objeto de Evaluación de Impacto Ambiental:

- Planificación urbana
- Proyectos de actividades económicas diversas
- Planes y programas de infraestructura física

Procedimiento:



Fuente: Ley 7/94, de 18 de mayo, de Protección Ambiental de Andalucía, y Decreto 292/95, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental.

(5) Junto a ella, 4 Resoluciones (87/C-176/01, de 25 de julio; 89/c-44/03, de 13 de febrero; 90/C-315/01, de 23 de noviembre y 94/I.749, de 21 de abril) se encargan de potenciar la cooperación entre los Estados miembros en materia de Protección Civil.

## 126 de Información de la Población en Situaciones de Emergencia (C.E.I.S.E.).

Mucho más variadas y complejas son las normas aprobadas por el Estado español. De las veinte incluidas en este grupo, cinco se ocupan de la creación y regulación de un organismo fundamental en relación al tema que nos ocupa: Protección Civil<sup>6</sup>. La Ley 2/85, de 21 de enero, de Protección Civil, prevé la elaboración de un catálogo de actividades que puedan dar origen a una situación de emergencia, de unas directrices básicas para regular la autoprotección y para la elaboración de los Planes Territoriales (de comunidades autónomas, provinciales, supra-municipales y municipales) y de los Planes Especiales (por sectores de actividad, clases de emergencia o actividades concretas).

Dichas directrices se aprueban, posteriormente, por Real Decreto 407/92, de 24 de abril, señalando que cada comunidad autónoma deberá aprobar un Plan Director que permita integrar los Planes territoriales de ámbito inferior. Del mismo modo, establece dos tipos de Planes Específicos: los Básicos, para los riesgos derivados de situaciones bélicas y emergencia nuclear, y los Especiales, para los relacionados con inundaciones, seísmos, volcanes, incendios forestales, sustancias químicas y transporte de mercancías peligrosas, señalando que para la elaboración de estos últimos tendrán que tenerse en cuenta, a su vez, las Directrices relativas a cada riesgo<sup>7</sup>.

Como complemento a la normativa anterior, la Orden de 23 de octubre de 1962 aprueba el Reglamento del Servicio de Control de Emisiones Radioeléctricas en caso de emergencia y los Reales Decretos 692/81, de 27 de marzo y 1.378/85, de 1 de agosto, junto a la Orden de 31 de

julio de 1989, se ocupan de las situaciones de emergencia, riesgo o catástrofe. Junto a las anteriores, la Ley Orgánica 4/81, de 1 de junio se ocupa de los estados de alarma, excepción y sitio, derogando, aunque sólo en parte, la Ley 45/59, de 30 de julio, sobre orden público. Este último es también el objeto del Decreto 1.125/76, de 8 de abril.

Por su parte, la Orden General 72 de la Dirección General de la Guardia Civil, de 21-7-88, crea el servicio de la Protección de la Naturaleza de la Guardia Civil, entre cuyas competencias se encuentra la de colaborar en situaciones de riesgo, tales como incendios forestales.

Muy a tener en cuenta en relación a las instituciones reguladoras de riesgos son las disposiciones relativas al Consorcio de Compensación de Seguros, dotado de contenido por Ley de 16 de diciembre de 1954. El Real Decreto 2022/1986, de 29 de agosto, que aprueba el Reglamento de Riesgos Extraordinarios sobre las Personas y los Bienes, deroga el de desarrollo de la Ley anterior. Esta disposición define los riesgos cubiertos por el Consorcio, los daños indemnizables y el alcance de la cobertura. En este mismo sentido, la Ley 21/90, de 19 de diciembre, de Sociedades de Seguros, adapta al derecho español la Directiva 88/357 sobre libertad de servicios en seguros distintos al de vida y actualiza la legislación de seguros privados. En su artículo 4, establece el Estatuto Legal del Consorcio de Compensación de Seguros. Este se constituye como Entidad de Derecho Público con personalidad jurídica propia y plena capacidad de obrar para el cumplimiento de sus fines, dotado de patrimonio distinto al del Estado. El Consorcio, por tanto, pretende indemnizar en régimen de compensación los siniestros ocurridos por acontecimientos extraordinarios, siempre que se dé alguno de los siguientes supuestos:

- Que el riesgo extraordinario no esté especifica y explícitamente cubierto por otra póliza distinta.

- Que, estando amparado por otra póliza distinta, la compañía no pueda cumplir.

El Consorcio adopta, así, un carácter subsidiario respecto a la responsabilidad de las compañías aseguradoras.

(6) Por Real Decreto 1.947/80, de 24 de junio, se crean la Comisión Nacional de Protección Civil y la Dirección General de Protección Civil, ambas dependientes del Ministerio del Interior, habiendo sido reestructuradas posteriormente por el Real Decreto 2.000/84, de 17 de octubre, y la Orden de 5 de diciembre de 1984, que desarrolla el anterior.

(7) Un ejemplo de desarrollo de este Real Decreto es la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones (publicada por Resolución de la Secretaría de Estado de Interior de fecha 31/01/95), ya comentada en el apartado a).

Con un carácter más amplio que las medidas anteriores, por Real Decreto 224/94, de 14 de febrero, se crea el Consejo Asesor de Medio Ambiente, dependiente del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (ahora Ministerio de Medio Ambiente), entre cuyas funciones se encuentra la de informar sobre normas, planes y programas de las Administraciones Estatal, Autonómica y Local con incidencia sobre el medio ambiente.

Por último, en cuanto a la normativa de ámbito andaluz, el Decreto 110/83, de 13 de abril crea la Comisión para el Estudio del Desarrollo de la Protección Civil, y el Decreto 214/87, de 2 de septiembre regula las competencias de la Junta en materia de Protección Civil, señalando que la Dirección General de Política Interior de la Consejería de Gobernación debe elaborar un Catálogo de Riesgos Potenciales así como los Planes de Protección Civil. Por su parte, la Orden de 1 de octubre de 1987 regula el llamado Fondo de Catástrofes, cuya finalidad es la concesión de ayudas de carácter urgente en situaciones de emergencia o grave riesgo.

#### 4.1.3. Evaluación global

A la hora de realizar una valoración global de las disposiciones legales que directa o indirectamente están relacionadas con situaciones de riesgo de naturaleza catastrófica, lo primero que llama la atención es el elevado número de normas que es necesario cumplir y que conforman un entramado legal excesivamente enrevesado y complejo.

Como se señalaba en páginas anteriores, la nueva organización administrativa del Estado en comunidades autónomas, por una parte, y nuestra incorporación a las Comunidades Europeas, por otra, ha multiplicado el número de instituciones con competencias para legislar, lo que explica en buena parte el crecimiento del número de normas, sobre todo desde la segunda mitad de la década de los ochenta. Sin embargo, no puede olvidarse tampoco el hecho de que no fue hasta bien avanzada la década de los setenta cuando, al dejarse sentir con más fuerza los efectos negativos del proceso del crecimiento económico, los problemas asociados al deterioro ambiental y a la pérdida de calidad de vida empezaron a preocupar seriamente a las sociedades desarrolladas.

Pero, si desde el punto de vista cuantitativo destaca el incremento del número de normas experimentado en los últimos años, desde una óptica cualitativa, otro rasgo a considerar es la creciente complejidad alcanzada por las mismas, lo que representa, sin duda, una dificultad añadida a la hora de lograr su efectivo cumplimiento, y ello tanto por parte de los directamente afectados por las disposiciones, como por aquellas instituciones y organismos que son responsables del control de su cumplimiento.

En cuanto al tema que aquí nos ocupa —los riesgos de naturaleza catastrófica— y en relación al tratamiento con que en la normativa legal se abordan las situaciones de riesgo, cabría hacer entre otras las siguientes consideraciones:

- Destaca, en primer lugar, la escasa sistematización con que las disposiciones legales hacen frente a esta temática, siendo tratados los distintos tipos de riesgos de forma muy desigual, y, en buena parte de los casos, de manera bastante somera y parcial. Constituyen una excepción, no obstante, las normas que regulan el funcionamiento de un organismo como Protección Civil, específicamente responsable en esta clase de eventos; en ellas se obliga al citado organismo a elaborar Planes Sectoriales para cada uno de los tipos de riesgo, así como Planes Territoriales en los que, a distintas escalas espaciales, se consideren y afronten las medidas a adoptar en las posibles situaciones de riesgo.

- Sorprende quizás el hecho de que mientras que han sido hasta ahora mucho más estudiados los llamados riesgos naturales sean, sin embargo, precisamente éstos los que cuentan con una menor atención legal, no sólo en cuanto al número de normas que se ocupan de ellos, si no también en cuanto a la forma en que en dichas disposiciones se trata su posible prevención y control.

- Llama también la atención el escaso interés prestado hasta ahora por la normativa europea comunitaria a determinados riesgos naturales como las sequías o incluso los incendios forestales, pues, al estar asociados a condiciones medioambientales propias de ámbitos mediterráneos, sólo han empezado a preocupar al aumentar sustancialmente el número de países mediterráneos integrados en la Unión Europea.

128 - Pero, en relación con nuestro trabajo, constituye sin duda el principal aspecto a destacar no sólo la casi inexistente referencia explícita que en las normas se hace al planeamiento en relación con los riesgos catastróficos, sino también la muy escasa alusión de las disposiciones legales a aspectos territoriales que son, desde luego, básicos para afrontar esta problemática. Así, únicamente algunas de las llamadas leyes marcos (de aguas, costas, transportes, actividades...) se ocupan de una manera parcial e incompleta de ciertos aspectos territoriales, pero sin profundizar en absoluto en la consideración de todos aquéllos que contribuyen a potenciar, a veces en gran medida, determinadas condiciones de riesgo.

Ante todo lo expuesto, cabe señalar que el tratamiento básicamente sectorial con que la normativa pretende hacer frente, al menos parcialmente, a los riesgos de naturaleza catastrófica tanto naturales como tecnológicos, no tendría por qué olvidar tan generalizadamente aquellos aspectos territoriales con incidencia en dichos riesgos, y dado que las distintas acciones sectoriales se mezclan en el espacio se echa en falta una visión territorial más sistemática e intensa que facilite prevenir, hacer frente y controlar las situaciones de riesgo.

En este sentido, tanto las disposiciones legales sobre Protección Civil, que obligan a realizar Planes Sectoriales y Territoriales, como algunas otras normas sectoriales más específicas —industrias susceptibles de generar accidentes mayores, residuos tóxicos y peligrosos...—, y sobre todo, en el caso de nuestra Comunidad Autónoma, la recientemente aprobada Ley de Protección Ambiental, que permiten someter a control medioambiental no sólo determinadas actividades y actuaciones, sino también las distintas figuras de planeamiento, pueden contribuir a un mayor control de los riesgos, representando, al menos esta última, un sustancial avance respecto al posible tratamiento de los riesgos de naturaleza catastrófica en el planeamiento.

#### 4.2. LAS MEDIDAS DE LUCHA CONTRA LOS RIESGOS CATASTRÓFICOS

*"Los vulcanólogos y los sismólogos están todo el día pendientes de los radares, satélites, inclinómetros, espectrógrafos de correlación y demás aparatos del sistema de control". ("El País", 25-5-97).*

*"Las campanas de los poblados situados en las faldas del volcán repicaron para anunciar a los habitantes que se reunieran, listos para una evacuación. No hacía falta. La mayoría se había reunido ya en las iglesias a rezar y a pedirle a don Gregorio, como llaman al volcán, que cesara en su enojo". ("El País", 2-7-97).*

A partir de estos extractos de prensa relativos a los recientes episodios de alerta social ocurridos en México, tras la entrada en actividad del volcán Popocatepetl, podrían señalarse distintas actitudes y acciones de la sociedad ante su exposición a situaciones de riesgo. Redes sísmicas, sistemas de alarma, dispositivos de evacuación, e incluso la integración de las fuentes de peligro en un sistema de creencias, constituyen una curiosa aunque reducida lista de medidas de lucha contra situaciones de este tipo.

La consideración de la amplia gama de medidas posibles para hacer frente a los riesgos catastróficos, constituye una tarea compleja que debe llevarse a cabo desde distintas perspectivas, y en la que entran en juego multitud de factores. Numerosas aproximaciones han incidido en el plano individual, analizando cuestiones vinculadas a la psicología y la personalidad de los diferentes actores implicados en el riesgo, desde las que se explicaban actitudes y acciones frente al mismo. Otros estudios han hecho hincapié en los aspectos relacionados con las variables socioeconómicas y de organización política, resaltándose especialmente los factores de orden tecnológico, como las claves explicativas de las respuestas derivadas desde sociedades diferentes. Según este último planteamiento, existe una clara y lógica vinculación, entre nivel de desarrollo y medidas de lucha contra los riesgos, siendo definitiva de las sociedades más avanzadas, una gama de respuestas caracterizadas fundamentalmente por constituir una política integrada totalmente en la estructura político-administrativa del estado, y por estar impregnadas de un fuerte contenido tecnológico.

Dados los objetivos del presente capítulo, es este segundo planteamiento el que resulta más adecuado para estructurar y sistematizar el conjunto de medidas de lucha contra los riesgos catastróficos en Andalucía, adoptándose para ello el modelo aplicable a las sociedades desarrolladas. Los dos características anteriormente referidas se cumplen en

el caso andaluz, si bien hay que adelantar la existencia de peculiaridades diversas. Entre éstas caben destacar dos aspectos de suma importancia.

Por un lado, la sociedad andaluza ha soportado y soporta, importantes niveles de riesgo, que no han revertido en la existencia de unas eficaces medidas de lucha contra los mismos. Probablemente, la estrecha relación que su economía ha mantenido tradicionalmente con un medio físico especialmente dinámico, sirva para explicar cierta actitud de resignación, amparada en un balance global positivo para dicha relación. En el presente, este hecho se traduce en una manifiesta desproporción entre dos partidas de gastos; los dirigidos a acciones y medidas de carácter solidario y compensatorio, que serían dominantes, frente aquellos otros dedicados a inversiones en políticas activas de carácter preventivo.

Por otro lado, en los momentos actuales en que sí existe una política institucionalizada de gestión de riesgos, aparecen una serie de problemas de orden diferente, que se derivan fundamentalmente de una acusada dispersión (legal y efectiva) de las titularidades competenciales en estas materias, tanto en el sentido de las escalas administrativas (estatal, autonómica, local), como en el de las áreas de gestión (política interior, obras públicas, medio ambiente, etc.).

Como se adelantaba, el esquema que se adopta para exponer de forma ordenada el conjunto de medidas que se analizan en este capítulo, es aplicable a la mayoría de las sociedades desarrolladas, si bien habrá que tener presente entre otros aspectos, las peculiaridades referidas. La estructuración de dicho esquema se establece en base a una serie de fases generales en la gestión de riesgos, definidas por su disposición temporal respecto al suceso catastrófico. Se distingue así una fase anterior al suceso (ANTES), otra que se desarrolla de forma más o menos simultánea al mismo (DURANTE), y una última que tiene lugar con posterioridad (DESPUÉS). En líneas generales, estas tres fases vienen a coincidir con tres grandes tipos de medidas conocidas como PREVENTIVAS, PALIATIVAS y DE RECONSTRUCCIÓN.

La utilización de este esquema responde sobre todo a un criterio de claridad, y no debe llevar a pensar que las fa-

ses anteriormente mencionadas y las medidas a ellas vinculadas suponen compartimentos estancos y cerrados. Muy al contrario, la gestión de riesgos tiende hacia políticas donde la integración, la complementariedad y la coordinación de las acciones y recursos disponibles, constituyen las auténticas claves de eficacia. No serán excepcionales por tanto, los ejemplos de medidas solapadas en el tiempo, a caballo entre fases, o en estrecha dependencia de otras anteriores. Asimismo, en cada una de estas fases, las medidas adoptadas van a presentar caracterizaciones muy diversas, tanto por los agentes que las aplican, los recursos que mueven o los sectores de actividad en los que inciden. De esta forma, a fases distintas podrán pertenecer medidas, que atendiendo a otros criterios, hubiesen sido agrupadas en un mismo apartado (un caso claro sería el de las actuaciones ingenieriles).

Con todo ello, se ha tratado de confeccionar un amplio y representativo cuadro de medidas de lucha contra los riesgos catastróficos, cuya ordenación se presenta en la figura 4.5. Cada uno de los apartados tratados, constituye un grupo genérico de medidas, en el que es posible encontrar ejemplos de aplicación en muy distintos tipos de riesgos. Entrar en un análisis individual de las acciones emprendidas para cada suceso, hubiese superado los objetivos de este trabajo, y parece claro que la existencia de importantes elementos comunes en la mayor parte de los casos, permite establecer un tipo de tratamiento menos particularista, y no por ello menos interesante. En cualquier caso, la caracterización general de cada fase y cada grupo de medidas, se ha intentado enriquecer con diferentes ejemplos específicos, referidos lógicamente al caso de la Comunidad Autónoma Andaluza.

#### 4.2.1. Fase previa

La existencia de una fase de la gestión de riesgos, previa al suceso catastrófico, tiene su razón de ser en un claro convencimiento de que es posible reducir o suprimir los impactos negativos que el acaecimiento de un determinado suceso provocaría en la sociedad. El proceso para alcanzar este convencimiento, se apoya fundamentalmente en dos hechos, que a su vez determinan en gran parte la concepción y definición de las medidas concretas que se llevan a cabo.

130

FIGURA 4.5.  
MEDIDAS DE LUCHA FRENTE A LOS RIESGOS DE NATURALEZA  
CATASTRÓFICA



Las medidas de lucha frente a los riesgos catastróficos pueden clasificarse en preventivas, paliativas y de reconstrucción, en función de que sean tomadas antes, durante, o con posterioridad al suceso.

Por un lado, debe existir un grado de conciencia suficiente acerca de los posibles sucesos extremos que pueden afectar a la sociedad en cuestión, así como de sus principales consecuencias. Esta conciencia se desarrolla a partir de la experiencia directa, acumulada a lo largo del tiempo, tras haber padecido de forma más o menos reiterada los impactos provocados por estos sucesos. Igualmente a esta concienciación puede contribuir lo que se denominaría experiencia transmitida, resultado de la difusión de conocimientos desde otras sociedades de características similares. Este último punto es aplicable sobre todo a riesgos antrópicos o tecnológicos, en los que no es necesario haber experimentado ninguna situación catastrófica, para conocer de forma bastante ajustada, el tipo de peligro existente y los impactos que pueden tener lugar.

Por otro lado, la aplicación de la mayoría de las medidas correspondientes a esta fase, se apoya en la existencia de un fuerte desarrollo científico y tecnológico, que garantiza tanto un profundo conocimiento de los elementos y factores definitorios de las situaciones de riesgo, como la capacidad técnica para ejecutar dichas medidas.

En cuanto a la relación de medidas correspondientes a esta fase, catalogadas anteriormente como preventivas,

presentan una importante variedad y naturaleza. Se han establecido una serie de grupos de características comunes que se analizan a continuación.

#### a) Medidas estructurales

Tradicionalmente han representado el pulso del hombre frente a la naturaleza, su total convencimiento de que es posible manipular y controlar el medio y, por tanto, traducir en efectos exclusivamente positivos todos los procesos de explotación de los recursos. Una plena confianza en el desarrollo tecnológico, permite suponer que es posible erradicar o reducir las condiciones extremas y perjudiciales, ya sea de los fenómenos naturales o de diferentes actividades económicas. Se trata de acciones cuyo objetivo es actuar sobre la fuente de peligro, es decir, persiguen disminuir el riesgo mediante la reducción de la peligrosidad. Si estas acciones no son posibles o suficientemente efectivas, estos mismo medios técnicos, deben permitir disponer de asentamientos, viviendas e infraestructuras más seguras, capaces de resistir los efectos de cualquier tipo de percance. En este caso se trata de actuar sobre los elementos que se verían afectados, esto es, acciones que se dirigen a reducir la vulnerabilidad. En ambas acciones queda claro que la componente tecnológica es definitoria, siendo en su mayoría medidas de fuerte carga ingenieril.

Como ejemplo del primer caso (reducción de la peligrosidad) cabe citar un extenso número de medidas. Referidos a los riesgos naturales, quizás los ejemplos más conocidos sean las actuaciones y construcciones sobre los cauces fluviales, entre las que destacan los embalses, destinados a laminar las avenidas, las cortas o los encauzamientos, todos con una importante presencia en las diferentes cuencas hidrográficas con implantación territorial en Andalucía.

También de uso generalizado en Andalucía son las obras para la contención de laderas inestables, especialmente vinculadas a la defensa de las vías de comunicación (tanto en taludes de materiales de depósito, como en pasillos abiertos sobre litologías diversas), y en los últimos tiempos, a zonas residenciales e industriales a las que nuevas pautas de expansión urbanística han empujado hacia em-

FIGURA 4.6.  
ESQUEMA DE LA RED DE EMBALSES Y PRESAS EN ANDALUCÍA



Fuente: "Mapa digital de Andalucía 1:400.000". Instituto de Cartografía de Andalucía

Como parte de sus funciones, los embalses suelen disponer de un porcentaje de su volumen de almacenamiento destinado a la laminación de posibles avenidas. Aunque su eficacia ha sido a veces cuestionada, los embalses constituyen la medida preventiva de tipo estructural más generalizada en la lucha contra las inundaciones.

plazamientos periféricos descartados en otros tiempos (el Aljarafe sevillano constituye un magnífico ejemplo de este fenómeno). En cuanto a riesgos tecnológicos, la construcción de depósitos especiales para el almacenamiento de residuos tóxicos y peligrosos, o la elevación de chimeneas industriales, podrían constituir ejemplos de lo que serían acciones puramente estructurales.

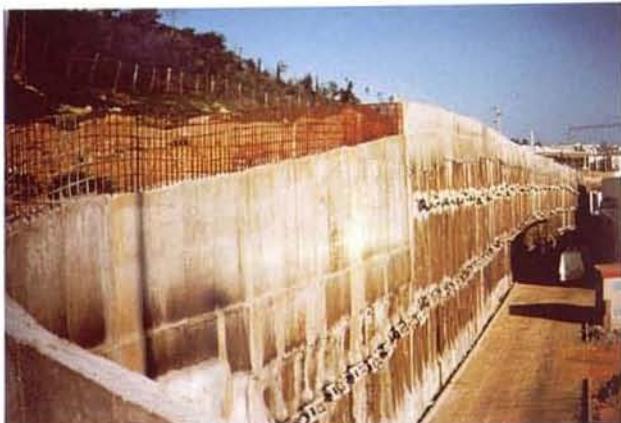
En cualquiera de los casos, es necesario señalar la importancia que en la aplicación de estas medidas tiene un amplio conocimiento sobre la fuente de peligro tratada, así como el eficiente diseño y ejecución de las obras. En este sentido, hay que resaltar que son numerosos los ejemplos, en los que al no cumplirse las condiciones anteriores, se han llegado a intensificar los impactos derivados de algún suceso catastrófico (rotura y arrastre de las obras de canalización en cursos fluviales, caída y arrastre de un muro de contención en laderas inestables), o incluso han podido constituir la causa directa de un desastre (rotura de una presa, fallos en instalaciones de almacenamiento de residuos).

En el caso de las medidas estructurales dirigidas a la reducción de la vulnerabilidad, suelen estar vinculadas a la

aplicación de distintos criterios constructivos en la realización de edificios e infraestructuras. Este tipo de medidas suele encontrarse bien integrado en la tradición arquitectónica y urbanística, y en Andalucía existen claros ejemplos que se asocian sobre todo a la lucha contra inundaciones. Entre éstos, se detectan desde modestas obras y elementos de arquitectura popular (cierre y elevación de entradas), hasta importantes intervenciones en núcleos urbanos (redes de alcantarillado y drenaje), edificios públicos (construcción de edificios sobre basamentos altos, excavación de fosos en torno a edificios, etc).

En la actualidad, uno de los ejemplos más significativos de este tipo de medidas lo constituye la utilización de criterios de sismorresistencia en la construcción de edificios e instalaciones. En Andalucía, como en el resto del Estado español, la aplicación de estos criterios se rige por la Norma de Construcción Sismorresistente (Real Decreto. 2543/ 1994, de 29 de diciembre). Esta norma zonifica el territorio español en base a la peligrosidad sísmica (aceleración sísmica básica), estableciéndose distintas áreas en las que son de obligado cumplimiento una serie de criterios constructivos referidos a cimentación, tipología de estructuras, materiales, etc. La norma es de aplicación obli-

132



La contención de taludes y laderas inestables mediante distintas obras de ingeniería, son práctica habitual en el trazado de vías de comunicación, así como en la expansión urbana hacia sectores periféricos menos seguros y tradicionalmente desocupados.



Junto a las grandes intervenciones ingenieriles como embalses, diques o muros de contención, aún persisten prácticas de auto-protección, más habituales en los ámbitos rurales, como el tapiado provisional de entradas a viviendas y almacenes.

gatoria en la mayor parte del territorio andaluz tal como se expresa en el cuadro 4.3.

#### *b) Medidas de ordenación territorial y gestión de procesos y actividades*

Sin que supongan una alternativa radicalmente opuesta a las medidas estructurales, la planificación y ordenación del territorio en su sentido más amplio, y la mejora en la gestión de las actividades económicas, representan un salto cualitativo en la forma de entender el tratamiento preventivo de los riesgos. Si antes se hablaba de pulso o de dominio, ahora se hace referencia a una visión más comprensiva de los diferentes elementos y factores susceptibles de ser tratados en una política preventiva, resaltándose una actitud más respetuosa con el medio físico. Dos aspectos básicos deben ser considerados respecto a este cambio de perspectiva. En primer lugar, supone la puesta en cuestión de la total eficacia de las medidas estructurales, puesto que en ningún caso permiten erradicar el riesgo en su totalidad. En segundo lugar, también se hace patente el progresivo incremento de la responsabilidad del hombre en la generación de sucesos catastróficos. Así pues, se hace necesario revisar y racionalizar tanto los procesos de ocupación e intervención sobre el territorio, como cualquier tipo de actuación o actividad económica que implique algún tipo de riesgo.

Al igual que sucedía en el caso de las medidas estructurales, pueden constituir un intento de reducir la peligrosidad, si bien en este caso van a predominar las acciones encaminadas a minimizar la vulnerabilidad de la sociedad.

Si anteriormente la actuación sobre las fuentes de peligro suponía intervenciones de carácter puntual desde el punto de vista espacial y temporal (embalses, muros, diques, etc.), ahora se asiste a la aplicación de medidas más integradas en el medio sobre el que se actúa. En el caso de las inundaciones, destacan acciones de reforestación de la cuenca alta de los cauces (disminución de la escorrentía superficial y la erosión), regeneración y protección de los bosques de ribera en el tramo medio, y limpieza periódica de los cauces (erradicación de obstáculos y disminución de carga sólida). Este tipo de medidas se engloban en los llamados Planes Hidrológico-Forestales y de Conservación

CUADRO 4.3.  
MUNICIPIOS CON OBLIGACIÓN DE APLICAR LA  
NORMATIVA SISMORRESISTENTE

| PROVINCIA | Nº DE MUNICIPIOS | Nº DE MUNICIPIOS DE APLICACIÓN NCS |
|-----------|------------------|------------------------------------|
| Almería   | 103              | 103                                |
| Cádiz     | 44               | 32                                 |
| Córdoba   | 75               | 67                                 |
| Granada   | 168              | 168                                |
| Huelva    | 79               | 76                                 |
| Jaén      | 96               | 76                                 |
| Málaga    | 100              | 100                                |
| Sevilla   | 105              | 98                                 |
| Andalucía | 770              | 720                                |

Fuente: Real Decreto 2543/1994, de 29 de diciembre.

de Suelos de las distintas Confederaciones Hidrográficas, que se contemplan en los diferentes Planes Hidrológicos. Respecto a ejemplos en el campo de los riesgos tecnológicos, podrían citarse la utilización de procesos de tratamiento que eliminen o minimicen la peligrosidad de los residuos de forma previa a su almacenamiento, o el trazado alternativo de itinerarios para el transporte de mercancías peligrosas que eviten zonas urbanas (se actúa racionalmente sobre el peligro alejándolo de los elementos vulnerables).

En cuanto a las medidas que se dirigen a la reducción de la vulnerabilidad, como se adelantaba, son las predominantes en este grupo. Entre todas ellas, la planificación y la ordenación del territorio son las que han demostrado una mayor eficacia en la lucha contra los riesgos. Esencialmente, la aplicación de estas medidas consiste en zonificar un espacio en relación con determinados sucesos esperables, y atendiendo a dicha zonificación, establecer, limitar o prohibir determinados usos y actividades.

Sin embargo, a pesar del éxito asociado a estas acciones, hay que señalar su corta tradición, así como las importantes dificultades que normalmente encuentra su aplicación. Estas dificultades resultan obvias si se considera el hecho de que las situaciones verdaderamente problemáticas en relación con los riesgos se centran, sobre todo, en ocupaciones del espacio ya consolidadas. Así pues, la

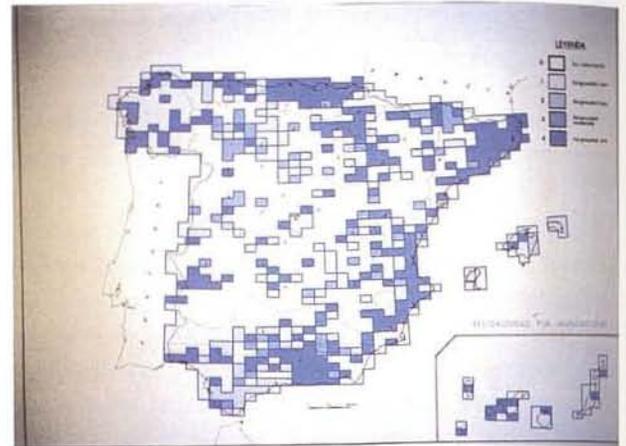
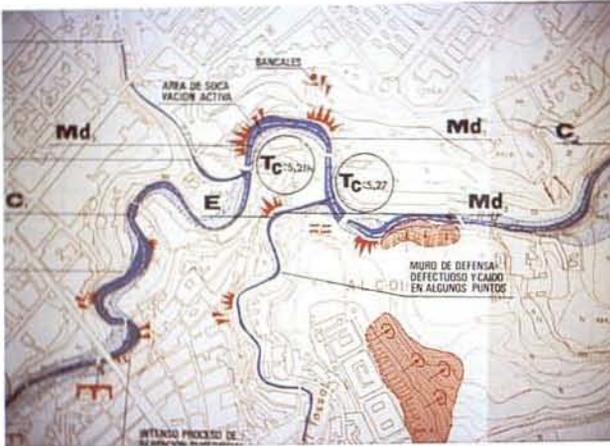
aplicación de estas medidas encuentra su mayor acomodo en nuevas acciones de desarrollo urbanístico o trazado de infraestructuras, mientras que sólo es aplicable a medio y largo plazo cuando se intentan corregir situaciones ya existentes.

En cualquiera de los casos, parece obvio que el empleo de este tipo de medidas se apoya en dos pilares básicos. En primer lugar, como sucedía en el caso de las medidas estructurales, se requiere un profundo conocimiento de los factores que intervienen en la formación y caracterización del riesgo, aunque en este caso, dicho conocimiento debe traducirse fundamentalmente en la zonificación del mismo. En definitiva, es imprescindible la disponibilidad de cartografía temática sobre los riesgos que se estén considerando. En segundo lugar, hace falta que se desarrollen los diferentes instrumentos legales y normativos que llenen de contenido esta zonificación con las explicitaciones oportunas sobre la ordenación de esos espacios.

### c) Medidas de vigilancia

En gran parte de los casos la ocurrencia de sucesos catastróficos, o al menos la aparición de factores potencialmente desencadenantes, puede ser detectada con cierta anticipación. Estrechamente vinculados a la investigación aplicada y al desarrollo científico-tecnológico, los sistemas para la estimación de parámetros como la precipitación, la actividad sísmica o la contaminación atmosférica, hacen posible la previsión de un desastre y, por tanto, la posibilidad de llevar a cabo una serie de acciones que anulen o minimicen sus efectos.

En el contexto general de la fase previa de la gestión de riesgos, las medidas de vigilancia cobran su mayor sentido en los momentos inmediatamente anteriores al acaecimiento del suceso (siempre que éste sea predecible), ya que marcan el punto de inicio de otro tipo de medidas a desarrollar de forma simultánea al mismo, medidas cuyo éxito depende en gran parte de su mayor o menor margen de anticipación (auxilio a la población, protección de bienes). Sobre estas medidas se insistirá más adelante, aludiéndose ahora exclusivamente a su vinculación con las medidas de vigilancia, sobre las que se centra este análisis.



La cartografía de riesgos, sobre todo a escala local y urbana, constituye la auténtica asignatura pendiente en la lucha frente a los mismos, limitando en gran parte la adopción de medidas vinculadas a la ordenación territorial.

En Andalucía existen básicamente dos grandes grupos de sistemas de vigilancia:

De una parte, deben considerarse todos aquellos sistemas integrados en las empresas cuyas actividades puedan ser generadoras de sucesos catastróficos (procesos industriales, almacenamiento de productos peligrosos, vertidos, etc.). Estos sistemas son controlados por las propias empresas e incluyen una extensa tipología. De acuerdo con la legislación vigente en materia de riesgo químico, fundamentalmente según lo previsto por Real Decreto 886/1988, de 15 de julio sobre Prevención de Accidentes Mayores y la Directriz Básica para la elaboración y homologación de los Planes Especiales del Sector Químico (Resolución de 20 de enero de 1991), existen una serie de actividades industriales para las que se hará necesaria la elaboración de Planes de Emergencia Exterior. Entre otros aspectos, la detección en cualquiera de estas industrias de circunstancias anómalas que impliquen riesgos para zonas externas a la misma, constituirá el inicio de medidas de protección civil, mediante el comunicado de dichas anomalías al organismo competente del Servicio de Protección Civil de la Junta de Andalucía.

Por su especial significación al ocuparse de residuos nucleares, merece destacarse el Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental del Centro de Almacenamiento de El Cabril, dependiente del Ministerio de Industria y Energía.

El otro grupo lo constituyen seis grandes sistemas de predicción y seguimiento que se verán a continuación y que cubren los siguientes campos: meteorología, hidrología, sismología, incendios forestales, contaminación atmosférica y contaminación hídrica.

La predicción meteorológica en Andalucía, al igual que sucede en el resto de España, depende del Instituto Nacional de Meteorología (INM). Con dos centros territoriales en la comunidad andaluza (Centro Territorial de Andalucía Oriental en Málaga, y Centro Territorial de Andalucía Occidental en Sevilla), y apoyándose en avanzadas técnicas de predicción meteorológica (especialmente la recepción continua de imágenes Meteosat, las de la red SIRAM de radares meteorológicos y los datos aportados por radiosondeos y por la red de observatorios meteorológicos a los que actualmente es posible acceder en tiempo real en ciertas estaciones automáticas), el INM elabora los Boletines de Previsión de Fenómenos Meteorológicos Adversos, cuando para alguno de los fenómenos contemplados (precipitación hídrica, nival, temperaturas, vientos, y estado de la mar y vientos en la costa) se superan ciertos umbrales considerados como potencialmente generadores de situaciones de riesgo. El hecho de que se contemple un mayor número de fenómenos, el que estos boletines puedan ser elaborados en cualquier época del año, y que su dimensión espacial no se restrinja a las provincias mediterráneas, constituyen los principales avances de estos nue-

## UMBRALES PARA EL BOLETÍN DE FENÓMENOS METEOROLÓGICOS ADVERSOS (INM)

| FENÓMENOS<br>CONSIDERADOS       | UMBRALES  |   |
|---------------------------------|---|---|
|                                 | ANDALUCÍA OCCIDENTAL  | ANDALUCÍA ORIENTAL  |
| LLUVIAS                         | Sur de Cádiz <ul style="list-style-type: none"> <li>• 80 L/m<sup>2</sup> 12 horas</li> </ul> Resto del territorio <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 L/m<sup>2</sup> 1 hora</li> <li>• 60 L/m<sup>2</sup> 12 horas</li> </ul>  | Totalidad del territorio <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 L/m<sup>2</sup> 1 hora</li> <li>• 60 L/m<sup>2</sup> 12 horas</li> </ul>   |
| NEVADAS                         | Altitud 0-200 metros <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2-5 L/m<sup>2</sup> 24 horas</li> <li>• 2-5 cm de espesor en el suelo</li> </ul> Altitud 200-800 metros <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5-10 L/m<sup>2</sup> 24 horas</li> <li>• 5-10 cm de espesor en el suelo</li> </ul> Altitud 800-1200 metros <ul style="list-style-type: none"> <li>• &gt;10 L/m<sup>2</sup> 24 horas</li> <li>• &gt;10 cm de espesor en el suelo</li> </ul> | Altitud 0-200 metros <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2-5 L/m<sup>2</sup> 24 horas</li> <li>• 2-5 cm de espesor en el suelo</li> </ul> Altitud 200-800 metros <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5-10 L/m<sup>2</sup> 24 horas</li> <li>• 5-10 cm de espesor en el suelo</li> </ul> Altitud 800-1500 metros <ul style="list-style-type: none"> <li>• &gt;10 L/m<sup>2</sup> 24 horas</li> <li>• &gt;10 cm de espesor en el suelo</li> </ul> |
| VIENTOS<br>(Racha máxima)       | Sur de Cádiz <ul style="list-style-type: none"> <li>• 90 km/h</li> </ul> Resto del territorio <ul style="list-style-type: none"> <li>• 75 km/h</li> </ul>   | Totalidad del territorio <ul style="list-style-type: none"> <li>• 75 km/h</li> </ul>  |
| OLAS DE FRÍO<br>(Temp. mínima)  | Zona litoral <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5-0 °C</li> </ul> Altitud 0-200 metros <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0-(-5) °C</li> </ul> Resto del territorio <ul style="list-style-type: none"> <li>• (-5)-(-10) °C</li> </ul>   | Zona litoral <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 °C</li> </ul> Altitud 0-200 metros <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0-(-5) °C</li> </ul> Altitud 200-800 <ul style="list-style-type: none"> <li>• (-5)-(-10) °C</li> </ul> Altitud 800-1200 <ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; (-10) °C</li> </ul>   |
| OLAS DE CALOR<br>(Temp. máxima) | Zona litoral <ul style="list-style-type: none"> <li>• &gt; 35 °C durante 48 horas</li> </ul> Resto del territorio <ul style="list-style-type: none"> <li>• &gt; 40 °C durante 48 horas</li> </ul>   | Totalidad del territorio <ul style="list-style-type: none"> <li>• &gt; 40 °C (alcanzados en descensos de al menos 6°C en 24 horas)</li> </ul>   |
| VIENTO EN EL MAR                | Área de Tarifa <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerza 6 (junio-septiembre)</li> <li>• Fuerza 8 (resto del año)</li> </ul> Resto del territorio <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerza 5 (junio-septiembre)</li> <li>• Fuerza 6 (resto del año)</li> </ul>   | Totalidad del territorio <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerza 5 (junio-septiembre)</li> <li>• Fuerza 6 (resto del año)</li> </ul>  |
| OLEAJE                          | Área de Tarifa <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerte marejada (junio-septiembre)</li> <li>• Mar gruesa-muy gruesa (resto del año)</li> </ul> Resto del territorio <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerte marejada (junio-septiembre)</li> <li>• Mar gruesa (resto del año)</li> </ul>  | Resto del territorio <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerte marejada (junio-septiembre)</li> <li>• Mar gruesa (resto del año)</li> </ul>   |

## APOYO METEOROLÓGICO ANTE SUCESOS EXTRAORDINARIOS

TORMENTAS (\*)

NIEBLAS (\*)

POLVO EN SUSPENSIÓN (\*)

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA (\*)

(\*) No incluidos en el Plan en la actualidad).

Fuente: Plan Regional de Predicción y Vigilancia de Fenómenos Meteorológicos Adversos. INM.

136 vos sistemas de aviso frente al anterior plan Previmet. Al contrario de lo que sucedía en el caso del riesgo químico, la inexistencia de un Plan Especial que especifique los niveles competenciales en la gestión de las situaciones de emergencias derivadas de las manifestaciones extremas de estos fenómenos meteorológicos (fundamentalmente inundaciones), obligan al INM a remitir estos boletines a un conjunto de organismos con competencias en el campo de la protección civil (ámbito estatal y autonómico). Dada la importancia de las inundaciones en Andalucía, se contempla la próxima elaboración de un Plan Especial de Inundaciones de Andalucía, según lo establecido por la Directriz Básica para la Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones (Resolución de 31 de enero de 1995), en el que deberán explicitarse las acciones a llevar a cabo ante este tipo de riesgos, incluidas las que afectan a los sistemas de vigilancia y comunicación de avisos.

En cuanto a la vigilancia de parámetros hidrológicos (escorrentía, caudales), hay que señalar que son las Confederaciones Hidrográficas las responsables de su gestión. Esta vigilancia se traduce en cada cuenca en un Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH). El SAIH consiste en un centro de control, al que llegan continuamente y de forma automática los datos obtenidos por una red de estaciones meteorológicas y de aforo, localizadas estratégicamente a lo largo de la cuenca, así como los procedentes de la propia red de embalses. En la actualidad, de las cuatro confederaciones con implantación presentes en Andalucía (Guadiana, Guadalquivir, Segura y Sur), la del Sur y la del Segura tienen sus proyectos en fase de explotación, mientras que en la del Guadalquivir se encuentra en fase de implantación, y en estudio en la del Guadiana. La puesta en funcionamiento de estos sistemas en todas las cuencas, constituirá un importante avance en el campo de la prevención de avenidas. Al igual que en el caso de la vigilancia meteorológica, los procedimientos para la comunicación de la información derivada de estos sistemas, deberán quedar definidos en el Plan Especial de Inundaciones.

La vigilancia de la actividad sísmica en Andalucía se realiza a través de dos sistemas. Por un lado hay que hablar de la Red Sísmica Nacional, gestionada por el Instituto Geográfico Nacional, con estaciones sísmicas en todas las



Las imágenes de satélite (Meteosat, NOAA) suponen uno de los pilares básicos en los que se apoyan las modernas redes de vigilancia y seguimiento de fenómenos meteorológicos adversos, como la que gestiona en España el Instituto Nacional de Meteorología.

provincias andaluzas (22 en total), 34 acelerógrafos y 2 observatorios (recepción de datos y mantenimiento). De otra parte, mediante un convenio entre la Universidad de Granada y la Consejería de Gobernación de la Junta de Andalucía, se creó el Instituto Andaluz de Geofísica y Prevención de Desastres Sísmicos, organismo que entre otras actividades, ha desarrollado la Red Sísmica de Andalucía, que cuenta en la actualidad con 21 estaciones localizadas en las provincias de Almería y Granada. Como en el caso de las inundaciones, la Consejería de Gobernación acometerá próximamente la elaboración de un Plan Especial de Riesgo Sísmico, de acuerdo con lo dispuesto en la Directriz Básica de Planificación de Protección ante el Riesgo Sísmico (Resolución de 5 de mayo de 1995). Entre otros aspectos, en este plan se normalizarán los procedimientos de comunicación entre estas redes de vigilancia y los organismos responsables de la protección civil.

Otro de los sistemas de vigilancia a los que se hizo referencia lo constituye la Red de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica de Andalucía dependiente de la Consejería de Medio Ambiente. Esta red se compone de 58 estaciones automáticas distribuidas por toda Andalucía (26 municipios) aunque con una mayor concentración en los grandes enclaves industriales de Huelva y

Bahía de Algeciras. Las estaciones realizan mediciones para una serie de parámetros de calidad del aire, transmitidas a un centro de control de la Consejería de Medio Ambiente donde se elaboran informes diarios. La superación de ciertos umbrales en las concentraciones de distintos contaminantes (sobre todo partículas, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, ozono y monóxido de carbono), bajo condiciones atmosféricas favorables a las mismas (estabilidad atmosférica y vientos calmados), puede dar lugar a situaciones de riesgos para la salud que aconsejen alertar a la población.

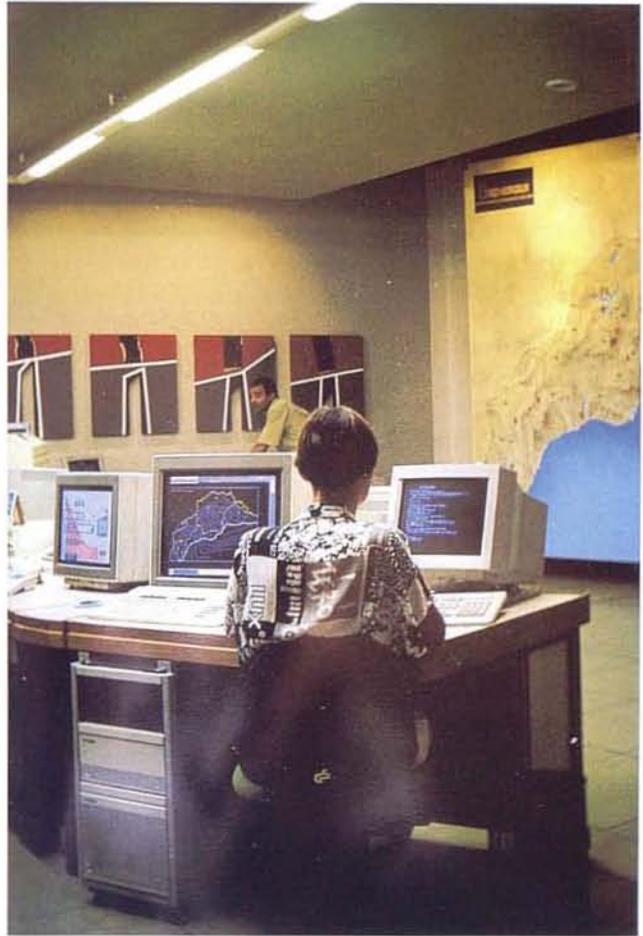
Respecto a la contaminación hídrica, es necesario diferenciar entre calidad de aguas subterráneas, fluviales y litorales.

La vigilancia de la calidad de las aguas subterráneas se justifica por la utilización que de las mismas se hace tanto para el riego como para el consumo humano directo y, por tanto, por las graves consecuencias que para la salud podría tener la contaminación de estas aguas. Gestionada por el Instituto Tecnológico y Geominero de España (ITGME), la Red de Vigilancia de la Calidad de las Aguas Subterráneas mide regularmente el contenido de distintos compuestos entre los que destacan nitratos, sulfatos y cloruros, para garantizar unos niveles tolerables para los dos usos anteriormente mencionados.

En cuanto a la calidad de los cursos de agua superficiales, son las propias Confederaciones Hidrográficas las encargadas de desarrollar y gestionar el Sistema Automático de Información de la Calidad de las Aguas (SAICA). Mediante este sistema es posible, no sólo el control periódico de la calidad de las aguas fluviales (1.000 estaciones de muestreo periódico), sino también conocer en tiempo real episodios de vertidos ocasionales a los ríos (200 estaciones automáticas de alerta).

Centrada exclusivamente en las aguas destinadas a uso urbano, hay que señalar la Red de Control de la Potabilidad de las Aguas de Abastecimiento Urbano, dependiente de la Consejería de Salud.

Quizás con menos relevancia en lo que se refiere al acaecimiento de episodios catastróficos con riesgo para la salud



Los Sistemas Automáticos de Información Hidrológica (SAIH), constituyen una herramienta aún por explotar en la lucha contra las inundaciones. En Andalucía, la Red Hidrosur de la Confederación Hidrográfica del Sur ha sido el primero de estos sistemas que ha entrado en funcionamiento.

### SISTEMA AUTOMÁTICO DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA (SAIH)

El origen del SAIH se remonta al principio de la década de los ochenta, tras los episodios de inundaciones catastróficas que tienen lugar en la vertiente mediterránea. Así pues, es un proyecto que nace vinculado a la vigilancia y prevención de avenidas, si bien, como es lógico, sus aplicaciones actuales se insertan en múltiples campos.

Dado el origen de este proyecto, que se desarrolla desde la Dirección General de Obras Hidráulicas para cada una de las Cuencas Hidrográficas, fueron precisamente las del ámbito mediterráneo las que se implantaron con mayor rapidez, a lo que sin duda también contribuyeron sus más modestas extensiones (Cuencas del Júcar, Segura y Sur). En estas condiciones, en Andalucía se cubrieron en primer lugar las superficies correspondientes a las cuencas del Segura (750 km<sup>2</sup>) y del Sur (18.000 km<sup>2</sup>), acometiéndose posteriormente los trabajos en la del Guadalquivir (57.000 km<sup>2</sup> en Andalucía), actualmente en fase de implantación, para finalmente terminar en la zona perteneciente a la cuenca del Guadiana (10.000 km<sup>2</sup>) donde el proyecto se haya en fase de estudio.



En términos generales, al margen de las peculiaridades que puedan presentar en cada cuenca, la estructura de un SAIH consta de los siguientes elementos:

- Una Red de Puntos de Control, consistentes básicamente en una serie de sensores para medir precipitaciones (pluviómetros y nivómetros) y aforos. Estos puntos de control se encuentran estratégicamente situados en la cuenca, y su función es la de permitir que se conozcan en tiempo real, tanto la localización y volumen de los aportes hídricos que se reciben, como el flujo, almacenamiento y uso de estos aportes a través de la red hidrográfica (cauces, embalses, consumos).
- Un Centro de Proceso de Cuenca, donde se reciben los datos procedentes de los puntos de control, en base a los cuales, tras previo tratamiento, se toman las decisiones oportunas. En concreto, por lo que se refiere a la prevención de avenidas, este Centro suele disponer de programas de simulación (modelos precipitación-escorrentía, cálculo de hidrogramas) que, alimentados en tiempo real con la información capturada a lo largo de la cuenca, hacen posible intervenir sobre los caudales circulantes (embalse, desembalse) para evitar avenidas, o cuando esto no sea posible, poner al corriente sobre circunstancias previstas a las autoridades responsables, para que se lleven a cabo otra serie de actuaciones (avisos, evacuaciones).
- Una Red de Comunicaciones que haga posible el flujo de información entre los dos elementos anteriores. En las primeras fases de desarrollo, estas redes se han basado en equipos de comunicación vía radio (cuencas del Segura y Sur), mientras que en las implantaciones más recientes (cuenca del Guadalquivir) los sistemas utilizados recurren a la tecnología de comunicación vía satélite (Hispasat).

que en los casos anteriores, la contaminación de las aguas litorales también debe ser un parámetro a controlar, sobre todo, para la determinación de zonas y episodios, en los que puede ser aconsejable restringir las actividades de pesca y acuicultura, o las propias de baño. Dependientes de la Consejería de Medio Ambiente, existen en Andalucía varias redes de vigilancia de este tipo de contaminación. Así, para el control de las emisiones que se realizan desde instalaciones industriales y depuradoras urbanas, existe una Red Manual de Emisiones Hídricas para todo el litoral (101 puntos de muestreo) y una Red Automática de Emisiones Hídricas, centrada en los enclaves de Bahía de Algeciras, Bahía de Cádiz y Huelva (37 puntos). Al margen del control en puntos de vertidos, existe un control zonal, a través del Plan de Policía de Aguas para todo el litoral (125 puntos), y de la Red Automática de Inmisiones Hídricas para los tres enclaves antes citados más el tramo del Guadalquivir próximo a Sevilla (19 puntos).

En el caso de los incendios forestales, las labores de vigilancia se integran en un marco más amplio para la gestión del riesgo de incendios en Andalucía (Plan INFOCA), en el que intervienen diferentes organismos de la Junta de Andalucía, coordinados por la Consejería de Medio Ambiente. Estas labores se centran fundamentalmente en el despliegue de efectivos humanos (vigilancia desde torretas, medios terrestres, aéreos), durante las épocas más proclives a este tipo de eventos, en aquellas zonas consideradas especialmente conflictivas. Esta vigilancia se está viendo apoyada en los últimos tiempos por la disponibilidad continua de información meteorológica, que permite detectar situaciones de máximo riesgo, y de forma experimental, aún restringidos a zonas extremadamente propensas, por sistemas automáticos de detección de incendios, basados en el uso de cámaras de televisión y sensores de infrarrojos (Sistema BOSQUE).

#### d) *Medidas de información y concienciación de la población*

A medida que una sociedad experimenta de forma reiterada diferentes situaciones de riesgo, al tiempo que son aprehendidas las causas, factores y circunstancias más comunes que rodean habitualmente a este tipo de situacio-

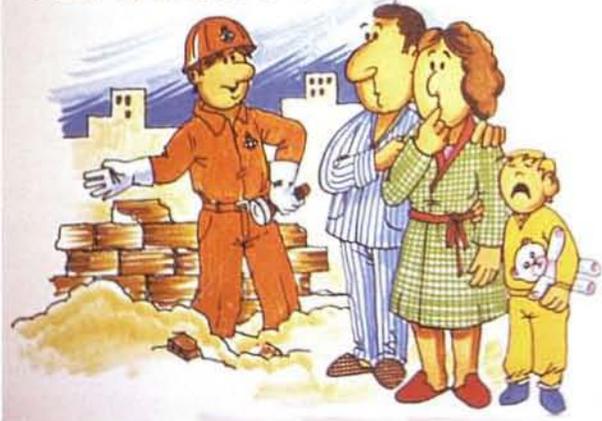
nes, es posible determinar una serie de pautas básicas de comportamiento a seguir por la población, en unos casos, para que no se convierta en agente causal o factor agravante del suceso, y en otros, para que una vez ocurrido, resulte mínimamente afectada (autoprotección). Este grupo de medidas suele integrarse completamente en cualquier política moderna de protección civil, cuyo tratamiento específico se verá posteriormente en el apartado dedicado a la fase simultánea.

Respecto al primer grupo de pautas básicas a las que se aludía, se refieren sobre todo a evitar que la población y sus actividades pueden ser causantes directos de situaciones de riesgo, bien como provocadores directos de un siniestro (incendios forestales por negligencia), bien por su exposición a zonas y/o momentos inherentemente peligrosos (acampada libre en zonas próximas a torrentes de montaña). Especialmente vinculadas a las tendencias más recientes de aprovechamiento del tiempo libre en espacios naturales, circunstancias como las descritas ponen de manifiesto un preocupante desconocimiento de gran número de personas de los riesgos que comportan estas prácticas. La información por parte de las instituciones, bajo la forma de cursos, señalización o campañas publicitarias, se dirigen a superar este desconocimiento, y por tanto, a evitar las situaciones que del mismo se derivan.

En España, y particularmente en Andalucía, las medidas de este tipo que más desarrollo han tenido son las que vinculan a la prevención de incendios forestales. La señalización en ámbitos naturales masivamente visitados, las campañas publicitarias en los meses estivales, y la inserción de la educación ambiental en el ámbito escolar, han demostrado la importancia y la efectividad de este tipo de acciones.

El otro grupo de medidas de este tipo se conocen con el término general de autoprotección. Estas medidas pretenden la educación y el adiestramiento de la población ante la ocurrencia de catástrofes. Básicamente, se dirigen a ofrecer una serie de consejos prácticos a seguir en estos casos, con el objetivo de garantizar la integridad de las personas por su propia acción directa, y por su colaboración con las medidas organizadas desde protección civil. Las campañas sobre protección frente a terremotos,

## ¿QUÉ HACER EN CASO DE TERREMOTO?



Las campañas de información, formación y simulaciones, son un aspecto fundamental para fomentar comportamientos y actitudes adecuadas de la población frente a la ocurrencia de catástrofes, y garantizar la eficacia de medidas de autoprotección, acciones solidarias o colaboración con los cuerpos operativos.

dirigidas por el Instituto Andaluz de Geofísica y Prevención de Desastres Sísmicos, constituyen un buen ejemplo en este sentido.

### 4.2.2. Fase simultánea

Desde un punto de vista estricto, en esta fase deben considerarse todas aquellas medidas que se llevan a cabo una vez que ha tenido lugar un suceso catastrófico. Sin embargo, ya se vio anteriormente cómo los sistemas de vigilancia posibilitan que gran parte de las medidas paliativas que caracterizan esta nueva fase puedan desarrollarse en los momentos inmediatamente anteriores a la ocurrencia de dicho suceso, o cómo las medidas de autoprotección y adiestramiento, estaban dirigidas a garantizar la optimización de los resultados de estas medidas paliativas. Si bien en esta fase las medidas más conocidas son las que se vinculan al auxilio y salvamento de la población y los bienes, hay que referirse igualmente a otro tipo de acciones como son las medidas de "choque" o las de segui-

miento. Todo este bloque de acciones configura lo que tradicionalmente se conoce como Protección Civil, concepto en el que se centra el presente apartado.

#### a) Protección Civil

En el sentido más amplio del término, la Protección Civil puede ser asimilada a la idea de gestión integral de riesgos, y por tanto, incluye la totalidad de las fases que se analizan en este capítulo. En la práctica, de ahí que en el esquema se trate en este punto concreto, el grueso de las medidas de Protección Civil se vincula al conjunto de acciones necesarias para garantizar la integridad de las personas y sus bienes, así como el normal funcionamiento de una comunidad frente a la ocurrencia de sucesos catastrófico (cuyo carácter inevitable se asume).

Partiendo de este carácter inevitable (en las sociedades modernas siempre van a darse situaciones catastróficas), la eficacia de las medidas paliativas van a depender esencialmente de una serie de factores entre los que destacan los siguientes:

- La posibilidad de conocer de forma anticipada la ocurrencia del suceso catastrófico.
- La disponibilidad de los recursos humanos y materiales necesarios para hacer frente a los impactos que dicho suceso produce en la sociedad.
- La capacidad para hacer que dichos recursos actúen y sean empleados de la forma más eficiente posible.

Para que estos aspectos cobren sentido ha sido necesario que la Protección Civil se constituya como un apartado más del engranaje administrativo, y que se asuma la planificación de las funciones de los distintos actores implicados en el acaecimiento de catástrofes, como fórmula básica que garantice la eficacia de las actuaciones.

Con cierto retraso sobre Europa, donde los sistemas organizados de Protección Civil empiezan a aparecer a partir de la Segunda Guerra Mundial, se crea en España en 1960 la Dirección General de Protección Civil dependiente de Presidencia del Gobierno (Decreto 827/1960

de 4 de mayo). Ya en el periodo constitucional, es en 1985 cuando se promulga la Ley 2/85, de 21 de enero, sobre Protección Civil, que llena de contenido a este servicio, y va abriendo un proceso de transformación que va desde una primera estructura centralizada, que se implanta territorialmente a través de los gobiernos civiles y las corporaciones locales, a otra donde las comunidades autónomas han ido asumiendo cada vez mayores competencias. Esta nueva estructuración y funcionamiento, y sobre todo las directrices esenciales para la elaboración de los distintos documentos de planificación, quedan definidos en la Norma Básica de Protección Civil (Real Decreto 407/1992, de 24 de abril). En Andalucía, aunque desde la Consejería de Gobernación se trabaja desde los primeros años de la década de los ochenta en cuestiones relativas a Protección Civil, no es hasta 1987 cuando se regulan las competencias de la Junta de Andalucía en esta materia (Decreto 214/87, de 2 de septiembre).

Durante todo este proceso, al que se aludía anteriormente, se ha asistido a un continuo solapamiento de competencias entre los niveles administrativos central y autonómico, con efectos claramente contraproducentes respecto a la eficacia de las medidas de Protección Civil. En la actualidad, desde un punto de vista normativo, están a punto de establecerse las bases para que estas situaciones queden definitivamente superadas, dando paso a la constitución de una más sólida y estable estructura de Protección Civil a nivel autonómico, sobre la base del ya existente Servicio de Protección Civil perteneciente a la Dirección General de Política Interior de la Consejería de Gobernación.

Estas bases anteriormente referidas se fundamentan en el recientemente terminado Plan Territorial de Emergencias de Andalucía, cuya próxima aprobación por Consejo de Gobierno de la Junta de Andalucía y homologación por la Comisión Nacional de Protección Civil, dará paso a la transferencia a la Junta de Andalucía de todas las competencias en materia de gestión de emergencias, excepto en aquellos casos en que éstas sean declaradas de interés nacional.

El Plan Territorial de Emergencias es, por tanto, un plan a nivel autonómico que constituye el marco normativo básico por el que se regulan los recursos, acciones y proce-

dimientos implicados en la gestión de cualquier suceso catastrófico. Al mismo tiempo, se contempla la redacción de una serie de planes, de acuerdo con las directrices del Plan Territorial, que regulen estos mismos aspectos en ámbitos territoriales inferiores (Plan de Emergencia Municipal), o en el mismo ámbito, para una serie de riesgos, cuya especial significación aconseja un tratamiento específico (Planes Especiales). Entre estos últimos, los de mayor trascendencia en Andalucía son los que se relacionan a continuación:

- En el sector químico, de acuerdo con lo dispuesto por la Directriz Básica para la elaboración y homologación de los Planes Especiales del Sector Químico (Resolución de 20 de enero de 1991), hay que señalar los Planes de Emergencia Interior y los Planes de Emergencia Exterior.

El Plan de Emergencia Interior establece los recursos, procedimientos y acciones a desarrollar ante accidentes que afecten a una instalación concreta.

Quizás de más interés, el Plan de Emergencia Exterior, plantea estos mismos aspectos para instalaciones industriales cuyos accidentes pueden afectar al espacio exterior a las mismas, y donde por tanto, es imprescindible la intervención coordinada de agentes externos a la industria para gestionar la emergencia.

- También referido a riesgos de tipo tecnológico, hay que referirse al futuro Plan de Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera y Ferrocarril, tal como lo dispone la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de accidentes en el Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera y Ferrocarril (Acuerdo de 1 de marzo de 1996).

- En cuanto a los incendios forestales, ya se ha comentado en puntos anteriores la existencia de un plan de prevención y lucha, conocido como Plan INFOCA. Queda por establecer si este plan es asimilable a un futuro Plan de Protección Civil de Emergencia por Incendios Forestales, en los términos en que se plantea en la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil de Emergencia por Incendios Forestales (Orden de 2 de abril de 1993).

142 - La importancia del riesgo de terremotos en Andalucía plantea la necesidad de elaborar un Plan de Riesgo Sísmico, de acuerdo con la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo Sísmico (Resolución de 5 de mayo de 1995).

- Igualmente el fenómeno de las inundaciones será objeto de un plan especial (Plan de Inundaciones), conforme a lo establecido en la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones (Resolución de 31 de enero de 1995).

A pesar de que la mayoría de estos planes aún está por realizar, pueden apuntarse una serie de puntos comunes, derivados de las directrices correspondientes, que resultan claves para entender sus fines y la idea de Protección Civil que en ellos subyace.

En primer lugar, los planes especiales deben identificar las zonas de riesgo mediante una zonificación en la que se integran los dos conceptos básicos definitorios del riesgo: peligrosidad y vulnerabilidad. Esta zonificación permitirá conocer cuáles son las áreas con mayores probabilidades de daño, aportando una información esencial para la localización de recursos y servicios de vigilancia, de asistencia, etc. Lógicamente, este aspecto debería venir a cubrir el vacío al que se aludió en el apartado dedicado a la prevención (falta de cartografía temática sobre riesgos), en el sentido de que la disposición de una fiable zonificación de riesgos, podría utilizarse en otros ejercicios de planificación territorial o sectorial (planeamiento, sanidad, equipamientos), así como en campos vinculados a los seguros.

Como aspecto fundamental, en los planes se presta una especial atención al capítulo referido a los canales de información entre todos los actores que intervienen en la gestión de la emergencia. Como punto esencial a este respecto, debe considerarse la inserción en el plan de los respectivos sistemas de vigilancia vinculados a cada tipo de riesgo (predicción meteorológica, redes sísmicas, sistemas de control en la industria, etc.), ya que generalmente constituyen los mecanismos generadores de la información que da lugar al inicio del plan.

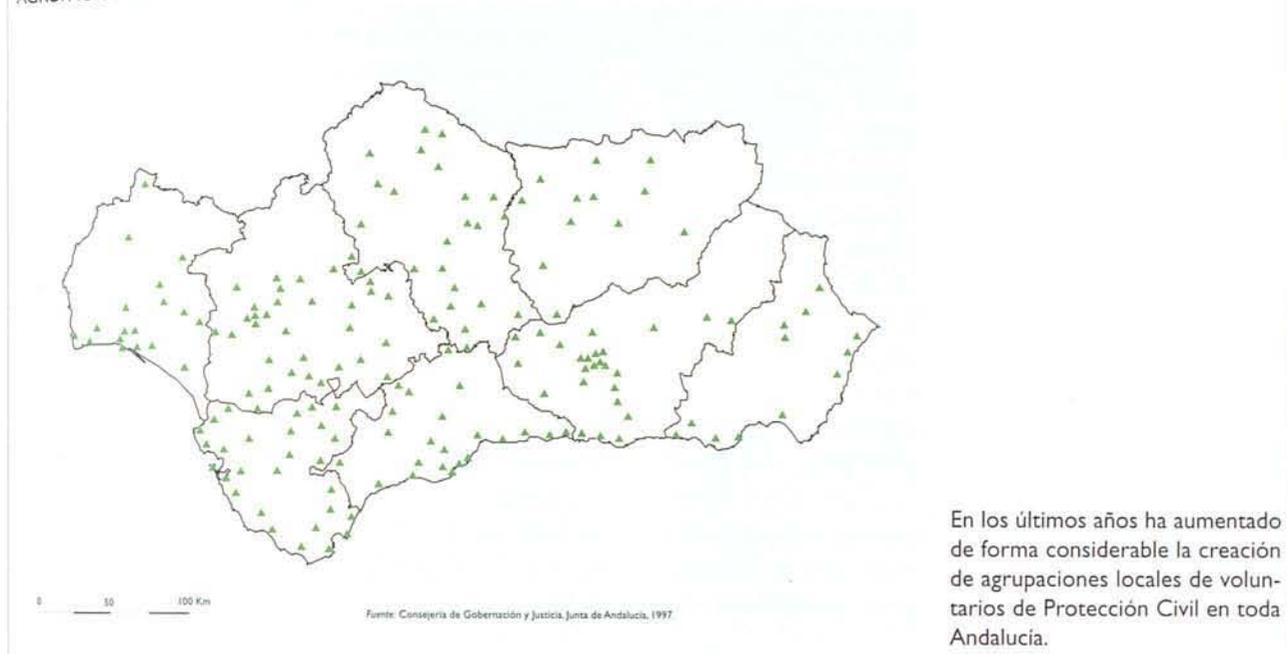
Otro punto importante que se contempla en los planes especiales, se refiere a la confección de un catálogo de

medios y recursos a utilizar en situaciones de emergencia. En este sentido cabe destacar una concepción muy amplia de lo que se considera titularidad e interés públicos, de tal forma que, más que contar con grandes recursos propios, Protección Civil establece como susceptibles de ser empleados durante alguna emergencia, gran cantidad de medios y recursos de uso ordinario (vehículos, locales, herramientas, vallas, medicamentos), pertenecientes a muy diferentes organismos públicos (Estado, Junta de Andalucía, ayuntamientos, etc.), e incluso a entidades privadas (personas, empresas).

En este mismo sentido, se establecen los llamados grupos de intervención, entendiéndose por tales aquellos servicios profesionales o voluntarios que llevarán a cabo las acciones directas para la mitigación de la catástrofe. Se incluyen aquí los propios de Protección Civil, así como los servicios de extinción de incendios y salvamento, sanitarios, cuerpos de seguridad, etc. Como colectivos propios de Protección Civil a nivel local, existen las llamadas Agrupaciones de Voluntarios, cuya implantación se ha realizado hasta el momento en un total de 174 municipios andaluces (pueden incluirse municipios, población cubierta y mapa). Es interesante señalar que, al margen de la acción directa, Protección Civil asume un papel de coordinación de los distintos agentes de intervención, papel que, como demuestra la experiencia resulta fundamental para garantizar la eficacia de las medidas que se adopten. A este respecto, debe mencionarse que, con independencia de cada uno de los planes, aunque llamados a jugar un importante papel durante su activación, el Servicio de Protección Civil de la Junta de Andalucía está implantando los denominados CECEM (Centros de Coordinación de Emergencia), de los que existen en la actualidad un centro regional (CECEM Andalucía) y cuatro provinciales (Cádiz, Córdoba, Huelva y Sevilla). Como su propio nombre indica, el CECEM tiene como finalidad principal, coordinar las acciones necesarias para hacer frente a una emergencia de cualquier tipo, y funcionan como centros permanentes de 24 horas, a los que se puede comunicar la ocurrencia de un determinado suceso, y desde donde se activan y asesoran a los servicios de intervención que hagan frente al mismo.

Lógicamente, además de los grupos de intervención, los planes contemplan la creación de un órgano de dirección

FIGURA 4.7.  
AGRUPACIONES LOCALES DE PROTECCIÓN CIVIL EN ANDALUCÍA



En los últimos años ha aumentado de forma considerable la creación de agrupaciones locales de voluntarios de Protección Civil en toda Andalucía.

del plan, denominado CECOPI (Centro de Coordinación Operativa Integrado), entre cuyas responsabilidades se cuentan la activación del plan, la determinación de las medidas a tomar y el papel a desempeñar por los grupos de intervención, la coordinación de los mismos durante cada una de las fases contempladas, o la declaración del final de la emergencia. En el plan deben especificarse tanto los componentes del CECOPI y demás órganos de apoyo al mismo (Comité Asesor, Gabinete de Información), como sus respectivas responsabilidades y funciones.

Un último aspecto que merece la pena destacar se refiere a la realización de planes de ámbito local para cada uno de los riesgos contemplados en los planes especiales, según las directrices que en los mismos se establezcan. Con contenidos similares a los respectivos planes especiales, y al igual que se comentó para éstos, los Planes de Actuación de Ámbito Local presentan un enorme interés de cara a su contemplación en las restantes acciones de planificación municipal. Como plan marco de estos planes especiales de ámbito local, ya se mencionó anteriormente el Plan de Emergencia Municipal, asimilable al Plan Te-

rritorial en el sentido de contemplar de forma genérica la gestión de las emergencias generadas por un extenso número de riesgos.

Una vez visto el marco organizativo general en el que se insertan las medidas de la fase previa (paliativas en su mayor parte), se revisarán los bloques más importantes en que éstas se encuadran.

#### b) Medidas de seguimiento

Como se expuso anteriormente, las medidas de vigilancia juegan un papel fundamental en la gestión de riesgos, al tener como principal objetivo el anuncio anticipado de un suceso. Sin embargo, ni todos los sucesos son previsibles, ni todos los sistemas de vigilancia existentes ofrecen garantías suficientes de cara a este anuncio anticipado. Así pues, en gran parte de las ocasiones estos mismos sistemas de vigilancia u otros de que se pueda disponer tras la ocurrencia de un suceso, juegan un papel, no ya previsor, sino de seguimiento de la evolución de dicho

- 144 suceso (hacia donde se desplaza una tormenta, o se propaga una nube tóxica, cuánto está subiendo el nivel de un río, etc) orientando convenientemente la ejecución de medidas de intervención.

Al margen de los sistemas de vigilancia que se analizaron, y que ahora se incluyen en este apartado de seguimiento, existen otros especialmente desarrollados para su empleo durante la ocurrencia de ciertos sucesos. Ejemplos claves de estos sistemas son los simuladores de incendios utilizados en el Plan INFOCA, o los propios utilizados por el Servicio de Protección Civil para el caso de accidentes químicos (evolución de plumas de emisión, charcos, vertidos), en los que al margen de los parámetros relativos a la fuente de peligro (combustible forestal, sustancias químicas...), juegan un importantísimo papel, otro tipo de variables ambientales como las topográficas (pendientes) y las meteorológicas (presión, dirección del viento). Conocer de forma anticipada hacia donde puede avanzar un frente de incendio, o qué parte de una ciudad puede quedar afectada por un nube tóxica, constituye un tipo de información de inestimable valor a la hora de tomar decisiones sobre otro tipo de medidas (desplazamiento de efectivos al lugar, aviso a la población, evacuación, etc.).

### c) Medidas de choque

Este tipo de acciones suelen dirigirse a la intervención directa sobre el foco de peligro para intentar reducirlo. En algunas ocasiones guardan una estrecha relación con las medidas estructurales que se analizaron en la fase previa, siendo las principales diferencias su carácter más efímero, y, lógicamente, la urgencia con la que se llevan a cabo. Así, por ejemplo, si la construcción de un muro de defensa en una llanura de inundación para evitar el desbordamiento del río durante la época de avenidas debe considerarse una medida estructural, el refuerzo y elevación de ese mismo muro a base de sacos terreros durante un momento crítico de la avenida, debe catalogarse como una medida de choque. Otros ejemplos de medidas de choque que pueden citarse son el drenaje de masas de tierras deslizantes, la neutralización de contaminantes con sustancias químicas, y como medida prototípica, la extinción de incendios.

En el desarrollo de este tipo de medidas y, sobre todo, en lo que se refiere a la extinción de incendios, juegan un papel preponderante los cuerpos de bomberos, si bien en múltiples ocasiones son empleados recursos provenientes de personal voluntario, cuerpos de seguridad del estado, e incluso el ejército. En Andalucía, los Servicios de Extinción de Incendios y Salvamento (SEIS), suelen vincularse a municipios concretos, cuando éstos presentan núcleos urbanos importantes, o bien a instituciones provinciales (consorcios y diputaciones) o mancomunales, cuando su servicio abarca ámbitos territoriales supramunicipales.

Según se desprende de un estudio realizado por la Consejería de Gobernación de la Junta de Andalucía, existe un adecuado cubrimiento de la población andaluza por parte de los SEIS (81,46%), si bien deben señalarse cubrimientos insuficientes en amplias zonas de las provincias de Granada, Huelva, Jaén y Almería, y en general, en gran parte de los municipios de población muy escasa.

Especial mención en este punto merecen dos apartados concretos; por un lado los incendios forestales, y por otro, los incidentes en industrias.

Respecto a los incendios forestales, ya se ha señalado con anterioridad la existencia de un marco más amplio para su gestión. Así, el Plan INFOCA, dirigido por la Consejería de Medio Ambiente, dispone de medios propios para la extinción de incendios, que vienen a complementar los ya existentes, y a los que se unen los correspondientes a la Administración central cuando el incendio afecta a más de una comunidad autónoma.

Igualmente, un número importante de industrias, cuyas actividades entrañan cierto nivel de riesgo, disponen de sus propios equipos de seguridad (acordes con ese nivel), para hacer frente a los posibles sucesos que se deriven de fallos o anomalías en los procesos productivos o de almacenamiento (incendio, fuga, derrames). La intervención de estos equipos debe estar sujeta a lo dispuesto en el Plan de Emergencia Interior de cada industria, dependiendo las directrices y aprobación de dicho plan de la Consejería de Gobernación.

## EL PLAN INFOCA

La lucha contra los incendios forestales en Andalucía constituye uno de los mejores ejemplos, que permite analizar la aplicación de medidas muy diferentes, encuadrables en las distintas fases que se establecieron para caracterizar la gestión de riesgos. Todo este conjunto de medidas se integran bajo un único plan, conocido como Plan INFOCA, con una trayectoria de más de una década y cuyos niveles de eficacia alcanzan en la actualidad cotas muy altas.

El Plan INFOCA está dirigido por la Consejería de Medio Ambiente desde 1994, habiendo dependido en fechas precedentes de direcciones integradas por diferentes organismos (ICONA, IARA, Protección Civil, AMA). En cualquier caso, en el Plan siguen interviniendo numerosas administraciones y entidades, tanto de carácter público como privado.

Respecto a las acciones preventivas, conviene resaltar del Plan INFOCA, el conjunto de medidas dirigidas a la ejecución de determinadas prácticas agroforestales (quema de rastrojos, pastos y matorrales, limpieza de combustibles...), o las destinadas a la educación y concienciación de la población, para evitar que en su uso de los espacios forestales, lleven a cabo acciones propiciatorias de incendios. Sin embargo, como uno de los aspectos más conocidos de esta fase del Plan, destaca las acciones encaminadas a la detección de incendios. En este sentido son varios los sistemas y recursos utilizados, y entre ellos cabe resaltar:

- Predicción meteorológica para determinar niveles de peligrosidad diaria.

- Red fija de torretas y garitas de observación y vigilancia.
- Unidades móviles terrestres de observación y vigilancia.
- Unidades móviles aéreas de observación y vigilancia.
- Sistema BOSQUE para la detección automática.

Estrechamente vinculadas a estos sistemas de detección, las medidas de intervención que se dirigen a la extinción de incendios presentan igualmente una enorme variedad, destacando la progresiva importancia que en las mismas han ido adquiriendo los aspectos organizativos (jerarquización y coordinación de efectivos), y tecnológicos (seguimiento de los frentes de incendio a través de imágenes aéreas, modelización del avance, etc.).

Aplicable tanto a las medidas de detección como a las de intervención, debe señalarse la existencia de una estructura operativa que se implante en distintos ámbitos territoriales. En la misma destacan los siguientes elementos:

- Centro Operativo Regional (COR) con sede en Sevilla, con funciones de coordinación y movilización de recursos supra-provinciales.
- Centros Operativos Provinciales (COP) en cada una de las provincias, responsables de los dispositivos de detección y extinción a nivel provincial.
- Centros de Defensa Forestal (CEDEFOS), pertenecientes a diferentes unidades territoriales de cada provincia, y encargados de la coordinación de medios y recursos de los grupos de intervención de comarcas y demarcaciones de vigilancia y extinción.

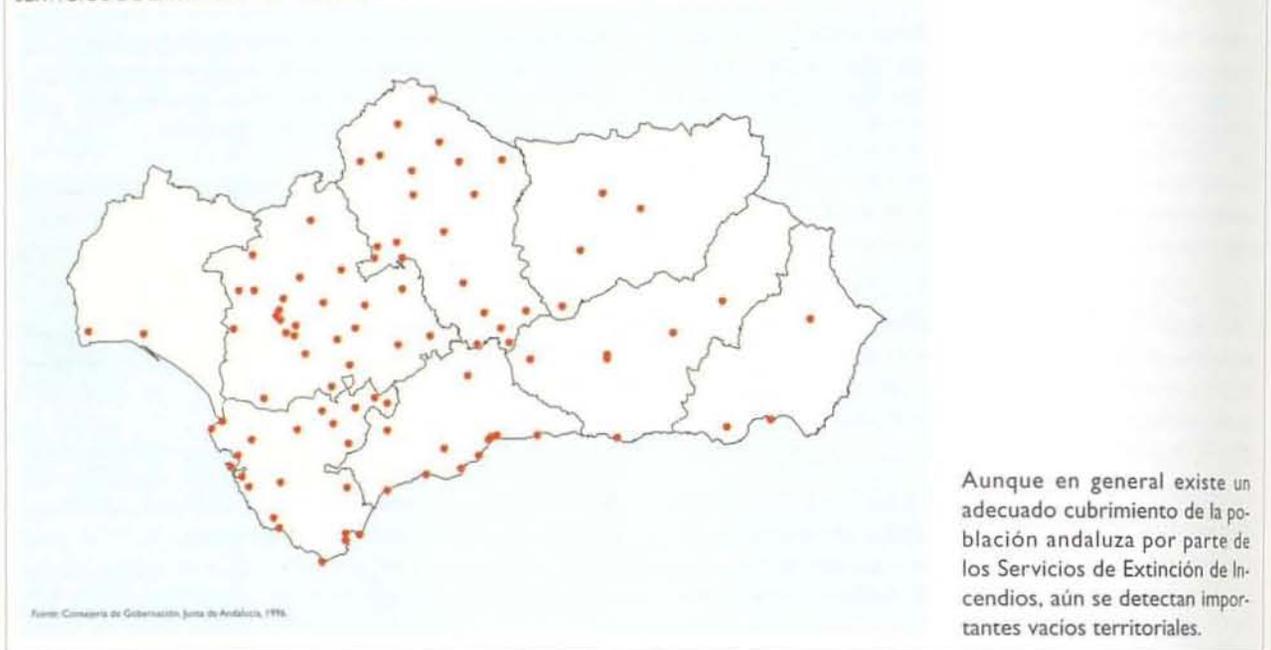
## d) Medidas de asistencia a la población

Se contemplan en este apartado el conjunto de acciones cuyos objetivos fundamentales son evitar que las personas y sus bienes sean afectadas ante la inminencia de un suceso, y auxiliar a las personas que resulten afectadas tras la ocurrencia del mismo. En todo caso, en este apartado y, sobre todo, para aquellos riesgos con cierta recurrencia (no extraños para la población), va a ser fundamental el conocimiento por parte de la población de las características esenciales del suceso, incluyendo sus efectos, así como las acciones más efectivas que a nivel personal o como grupo pueden llevarse a cabo (autoprotección y colaboración con los organismos responsables).

Respecto a las medidas dirigidas a evitar o minimizar la afección de la población y sus bienes, hay que destacar que su eficacia está estrechamente relacionada con la efectividad de las medidas de vigilancia y la capacidad de las mismas para predecir e informar con suficiente antelación sobre la ocurrencia de un suceso. Partiendo de esta base, una vez que esta posibilidad o certeza es conocida, pueden adoptarse un amplio número de medidas entre las que cabe citar:

- Informar por canales de información ordinarios (radio, televisión, prensa...) o extraordinarios (megafonía, sirenas, alarmas), sobre la ocurrencia del suceso, así como de las acciones y actitudes recomendadas.

FIGURA 4.8.  
SERVICIOS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS EN ANDALUCÍA



Aunque en general existe un adecuado cubrimiento de la población andaluza por parte de los Servicios de Extinción de Incendios, aún se detectan importantes vacíos territoriales.

En algunos casos en los que se utilizan canales de información extraordinarios (avisos), se supone un conocimiento previo por parte de la población del significado de estos avisos, y de las respuestas que a los mismos deben darse. Normalmente, se trata de sucesos recurrentes, y presuponen la existencia de campañas de educación y adiestramiento de la población.

- Medidas de autoprotección y apoyo a las mismas. Se incluirían en este apartado las acciones que llevan a cabo las personas ante la inminencia de un suceso, bien por conocimiento y experiencia propia, bien como seguimiento de las recomendaciones efectuadas en el proceso de aviso o en las campañas de educación. Asimismo, se incluyen las acciones de ayuda por parte de los organismos públicos responsables en la ejecución de estas medidas. El cierre especial de puertas y ventanas ante una fuerte tormenta, o la ordenación del tráfico ante un forzoso abandono de una zona próxima a inundarse, constituyen ejemplos de este tipo de medidas.

- Evacuaciones por medios ajenos. Substancialmente distintas de las medidas anteriores, en este caso la pobla-

ción es tratada básicamente como un objeto pasivo. Normalmente asociadas a sucesos de suma gravedad e inminencia, suponen acciones urgentes en las que es recomendable evitar en lo posible las acciones individuales, y por tanto actuar de forma rápida y disciplinada.

- Realojo y asistencia básica. Las acciones de evacuación, ya sean por medios propios o no, llevan aparejada normalmente, la estancia de un gran número de personas en zonas a las que son ajenas, y bajo condiciones de cierta precariedad. Este hecho puede resultar por sí mismo un factor de riesgo, y por ello es importante, organizar de la forma más eficiente posible el realojo provisional de personas, garantizando la asistencia básica de las mismas (alimentación, higiene, salud...).

Tanto las acciones de evacuación por medios propios o ajenos, como las de realojo que éstas implican, tienen una mayor garantía de éxito si existen previamente planes para su ejecución, específicos o incluidos en planes más amplios de gestión de emergencias (Plan de Emergencia Municipal), donde se recoja información como las vías de comunicación más convenientes, los lugares más

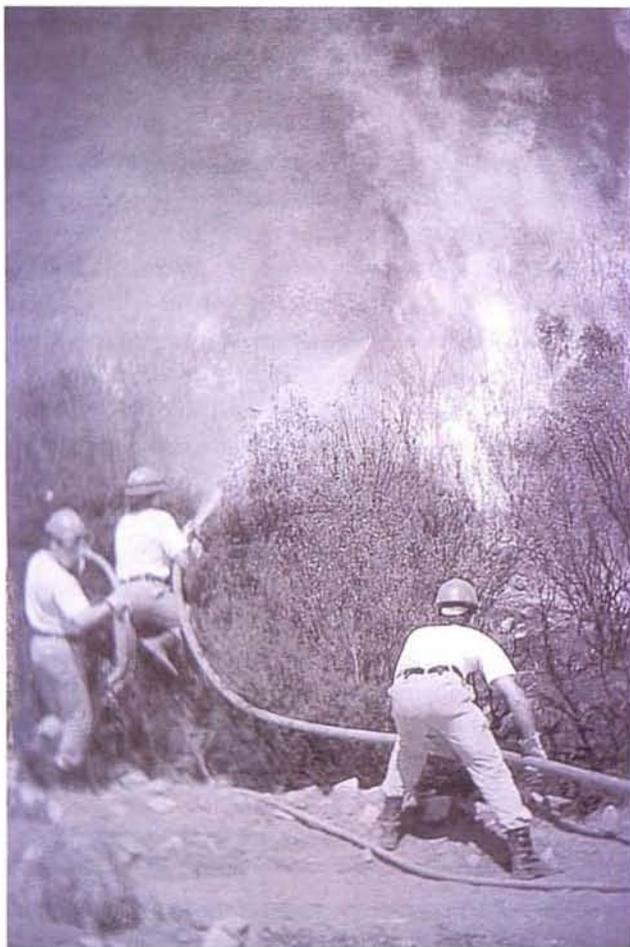
seguros, edificios y locales utilizables, o los recursos y bienes asistenciales disponibles (medicamentos, mantas, agua potable...).

Estas mismas medidas que acaban de señalarse, pueden desarrollarse una vez ocurrido el suceso. En todos los casos, hay que suponer un agravamiento de las condiciones bajo las que éstas se llevan a cabo, acorde con la intensidad de los efectos de dicho suceso. En el caso de la asistencia informativa, es importante aconsejar a la población acerca de las acciones y actitudes más convenientes, tanto en el momento presente como en fases posteriores, conforme vayan evolucionando las circunstancias. Al margen de estas medidas pueden señalarse otras que suelen desarrollarse en esta fase de forma habitual:

- Rescate y salvamento. Tras la ocurrencia de un suceso (inundación, incendio, terremoto), es muy probable que un importante número de personas queden imposibilitadas para abandonar una zona afectada, bien por haber quedado mermadas sus facultades físicas, bien por impedirselo las condiciones del entorno. Estos casos implican frecuentemente un grave riesgo para las personas afectadas, por lo que conviene proceder a su recuperación con la mayor rapidez que las circunstancias lo aconsejen. En estas acciones de rescate y salvamento suelen intervenir distintos cuerpos operativos especializados, destacando los Servicios de Extinción de Incendios y Salvamento (SEIS), los cuerpos de seguridad, y Protección Civil.

- Asistencia sanitaria. La ocurrencia de un determinado suceso suele provocar daños importantes en las personas, como consecuencia de las manifestaciones directas e indirectas vinculadas al mismo. La atención médica de estas personas, bien *in situ*, bien tras su traslado a un centro sanitario, supone un capítulo muy importante de la gestión de emergencias, y de su eficacia depende en gran parte la reducción del carácter catastrófico del suceso.

- Asistencia básica. La ocurrencia de una catástrofe supone frecuentemente la destrucción de gran cantidad de bienes básicos de consumo, así como de los sistemas de producción y transporte de los mismos. Al igual que en el caso de una deficiente asistencia sanitaria, el desabastecimiento de la población (falta de agua potable, alimenta-



Los Servicios de Extinción de Incendios constituyen, en la práctica, uno de los cuerpos operativos que más eficacia muestran a la hora de intervenir frente a todo tipo de catástrofes.

148 ción, combustible...), puede aumentar las consecuencias catastróficas de un desastre. Así pues, es fundamental garantizar unos servicios suficientes para suministro de este tipo de bienes, hasta que la normalización de las circunstancias permitan la disposición habitual de los mismos.

#### *e) Medidas de mantenimiento y reconstrucción provisional*

En el punto anterior se comentaban distintos aspectos relativos a la asistencia de la población en los momentos inmediatamente posteriores a la ocurrencia del suceso. Al mismo tiempo que se desarrollan estas medidas de asistencia, y en muchos casos, para que las mismas estén garantizadas, es necesario corregir los desperfectos materiales originados por la catástrofe. Aunque gran parte de estas medidas puedan considerarse como de reconstrucción, existe un matiz diferenciador en la urgencia y provisionalidad con que las mismas suelen adoptarse, que hace conveniente su distinción y análisis por separado.

En el catálogo de este tipo de medidas, tienen una especial significación, aquéllas que se dirigen al mantenimiento de la funcionalidad de los sistemas básicos de transporte (limpieza y reparación de carreteras, vías férreas, puentes...), abastecimiento (redes de electricidad y agua potable...), y comunicaciones (teléfonos). Asimismo es muy importante la reparación de desperfectos en las viviendas, sobre todo cuando el suceso presenta un desarrollo temporal amplio, de forma que su acción continuada sobre los elementos ya dañados puede resultar aún más negativa (derribo de edificios semiderruidos por terremotos, achique de aguas, limpieza de la red de saneamiento y drenaje durante inundaciones).

En el desarrollo de estas medidas intervienen un amplio número de cuerpos operativos, al margen de la propia población que actúa a instancias de los mismos o por su propia experiencia. Habitualmente, a los grupos mencionados anteriormente (bomberos, fuerzas de seguridad, etc.), se suman los profesionales que de forma habitual se encargan del mantenimiento de las infraestructuras, que ahora han resultado dañadas (compañías eléctricas, obras públicas, servicios de limpieza, etc.).

### 4.2.3. Fase posterior

En el apartado anterior, dedicado a la fase simultánea, se ha hecho un recorrido por el conjunto de medidas más habituales que se desarrollan durante un suceso catastrófico y en los momentos inmediatamente posteriores al mismo. Es difícil pues, trazar una línea temporal a partir de la cual se pueda empezar a hablar de lo que aquí se ha considerado fase posterior. Lógicamente, la separación de esta línea respecto de la ocurrencia del suceso va a depender mucho de las características del mismo, sobre todo, de su intensidad y duración. Asimismo, puede darse el caso de que medidas correspondientes a la fase simultánea (realojamiento de personas) se extiendan temporalmente, superponiéndose a otras pertenecientes a esta fase posterior (reconstrucción de viviendas).

Atendiendo a un criterio flexible para la común caracterización de las medidas correspondientes a esta fase, pueden considerarse como tales, aquellas dirigidas a alcanzar la implantación de las condiciones normales de vida sobre la zona afectada, y que son adoptadas una vez que se tiene constancia, tanto de la finalización del suceso y de sus manifestaciones asociadas, como de la garantía de que la población cuenta con la asistencia básica para su supervivencia.

La tipología de medidas encuadrables en este apartado es muy variada, si bien pueden establecerse dos grandes bloques íntimamente relacionados. De una parte, deben considerarse todas aquellas acciones encaminadas a la reconstrucción de los desperfectos en edificios, obras públicas y servicios básicos, y de otra, las compensaciones económicas que reciben los afectados por los daños y pérdidas sufridos (personal, económico...).

#### *a) Medidas de reconstrucción*

La construcción de un nuevo puente tras la destrucción del que existía, la reparación de una red de saneamiento dañada, o de los desperfectos en el tendido telefónico, son ejemplos de los tipos de medidas que se incluyen en este punto. Se trata, pues, de acciones encaminadas a devolver el normal funcionamiento a los servicios esenciales de interés colectivo, sean o no de titularidad pública.

HOJA 3

ADVERTENCIA A LA POBLACION

Terremoto del \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

**CONSTRUCCION PELIGROSA**

**ENTRADA Y USO PROHIBIDOS**

**DATOS INSPECCION**

FECHA \_\_\_\_\_

HORA \_\_\_\_\_

POBLACION \_\_\_\_\_

CALLE \_\_\_\_\_

Nº \_\_\_\_\_

PREVIO a la inspeccionada en situacion de emergencia por el sismo \_\_\_\_\_

II \_\_\_\_\_

INSTITUCION \_\_\_\_\_

FIRMA \_\_\_\_\_

\*Esta construccion ha sido inspeccionada

SOLO EXTERIORMENTE

INTERIOR Y EXTERIORMENTE

\*Presenta danos graves.

\*Peligro de derrumbamientos (sobre todo con las respaldas) o de nuevos danos.

\*Prohibido su uso.

\*Es urgente una inspeccion detallada.

\*ATENCIÓN. Peligro en zonas colindantes a la construccion.

ESTA HOJA NO DEBE RETIRARSE NUNCA DEL PAA ADECUADO POR LAS AUTORIDADES

### b) Medidas de compensación

149

En el sentido general del término, es muy complejo el proceso de evaluación o valoración de los daños provocados por un suceso catastrófico. Los daños de carácter personal, incluyendo en este apartado tanto las pérdidas de vidas humanas y las lesiones físicas, como los importantes impactos psicológicos que se vinculan a estas situaciones, forman parte de este capítulo de daños, y sin lugar a dudas constituyen su aspecto más dramático (daños intangibles). Otro punto relevante, en este sentido, lo constituye el conjunto de pérdidas materiales (destrucción total o parcial de bienes por la catástrofe), donde deben contemplarse desde los enseres personales, hasta los bienes inmuebles, infraestructuras o productos agrícolas (daños tangibles). En este punto, se engloban normalmente los elementos sobre los que se ha actuado en la fase de reconstrucción. Por último, no hay que olvidar que la profunda alteración de las condiciones normales que provocan este tipo de eventos, no sólo supone unas pérdidas directas, sino que la paralización de la actividad económica habitual (paralización de una fábrica, cierre de tiendas, bajas laborales...), así como la imagen negativa que conlleva (pérdida de atractivo a la inversión), contribuyen a la generación del llamado "lucro cesante", definido como la riqueza que ha dejado de generarse como consecuencia del desastre.

Respecto a los servicios de titularidad pública, deben resaltarse las grandes diferencias existentes en el desarrollo de las medidas, en función del nivel administrativo que se considere. De este modo, si una parte muy importante de los daños se produce a nivel local, son los municipios los que cuentan con menos recursos propios destinados a la ejecución de este tipo de medidas. Para superar esta circunstancia, tanto la administración comunitaria, como la estatal y la autonómica, contemplan una serie de procedimientos compensatorios que se analizan en el punto siguiente. Por lo que se refiere a los servicios de titularidad privada, son lógicamente las propias empresas las responsables de llevar a cabo las reconstrucciones que precisen las infraestructuras dañadas.

Si difícil resulta la valoración de daños, no lo es menos afrontar la financiación de todas estas pérdidas así como la de las medidas de reconstrucción. Los mecanismos que se contemplan para este fin son muy diversos, aunque en general cabe referirse a un importante grado de indefinición e improvisación en todo lo tocante a estas cuestiones. A esta situación, contribuyen determinados factores entre los que cabría destacar la falta de previsión suficiente de gastos extraordinarios con motivo de catástrofes, los importantes vacíos legales en estas materias y por tanto, la dificultad para el establecimiento de responsabilidades, el solapamiento, las disputas y los intereses políticos entre diferentes administraciones, y la manifiesta escasez de coberturas privadas de seguros existente en este campo.

**150** En primer lugar, para que se activen los distintos mecanismos compensatorios existentes es necesario que se reconozca o declare una situación de emergencia o de naturaleza catastrófica. Esta afirmación, aunque pudiera parecer obvia, es de suma importancia, ya que, exceptuando grandes episodios absolutamente excepcionales, es difícil determinar umbrales, manifestaciones o comportamientos del medio natural o antrópico, que puedan catalogarse como claramente catastróficos y no meras ocurrencias normales. Cuestiones tales como la verdadera causalidad de los daños (vinculada a las responsabilidades), o la proximidad temporal de los mismos al suceso principal (en el caso de los riesgos naturales los impactos pueden extenderse ampliamente en el tiempo), son algunos de los puntos que habitualmente aparecen como especialmente complejos a la hora de aceptar, acotar y definir claramente las pérdidas, junto con otros aspectos mucho más polémicos, pero nada desdeñables, como las presiones políticas, la difusión o seguimiento de los hechos por los medios de comunicación, etc.

El reconocimiento de una situación de emergencia o de naturaleza catastrófica, así como la toma de medidas en general, se regula desde el punto de vista normativo por el Real Decreto 692/1981, de 27 de marzo. Para cada suceso que se estime como tal, se emite una norma concreta (normalmente decreto-ley). Lógicamente, este reconocimiento implica una zonificación, que se materializa a través de una relación de términos municipales afectados. Determinados el suceso y su extensión espacial, se inicia la recopilación de daños, contemplándose normalmente una serie de capítulos básicos, que a grandes rasgos serían los siguientes: daños en unidades familiares o de convivencia económica, en infraestructuras y servicios municipales, en infraestructuras y servicios supramunicipales, en el sector primario, y en distintos tipos de empresas.

Respecto al primero de estos capítulos, las compensaciones económicas que reciben las personas físicas y familias, se regulan por la Orden de 18 de marzo de 1993. En dicha norma se definen tanto los conceptos por los que se pueden percibir ayudas (miembros fallecidos, incapacitados, daños en viviendas y en enseres de primera necesidad), como los requisitos de tipo económico que deben cumplirse para tener acceso a las mismas (familias con es-

casos recursos). La concesión de estas ayudas corre a cargo de la Dirección General de Protección Civil de la administración del Estado, siendo su carácter complementario con otros tipos de aportaciones económicas. En este sentido debe señalarse la existencia de ayudas por parte de la Unión Europea, así como de la administración autonómica a través de la Consejería de Gobernación (Fondo de catástrofes. Orden de 1 de octubre de 1987).

Las pérdidas en infraestructuras y servicios municipales suponen una variada tipología, que incluye desde daños en el viario, mobiliario urbano y edificios públicos, hasta desperfectos en la red de saneamiento o en el suministro de agua potable. La financiación de estas pérdidas suele asumirse de forma compartida por la administración central que aporta el 50 por ciento de las ayudas, y la administración autonómica y diputaciones provinciales que contribuyen con un 25 por ciento, respectivamente.

Los daños en infraestructuras y servicios de ámbitos supramunicipales son asumidos por los titulares respectivos. En este apartado son sobre todo las vías de comunicación por carretera los elementos más afectados, si bien también pueden ser importantes los daños en las infraestructuras hidráulicas, así como en otros medios de transportes. Respecto a aquellos servicios de titularidad privada cuyas infraestructuras y medios resulten afectados (red de suministro eléctrico, comunicaciones), serán las propias empresas las que asuman los costes de la reconstrucción, pudiendo intervenir el sector de la administración correspondiente cuando dicha reconstrucción se hiciera inviable, y quedara por tanto amenazado algún tipo de servicio básico para la sociedad.

Distinta es la situación para el caso de pequeñas y medianas empresas afectadas, con manifiesta dificultad para reanudar sus actividades tras algún suceso catastrófico. Préstamos a bajo interés por parte de la administración, exenciones fiscales o en el pago de la seguridad social, son fórmulas posibles para facilitar la recuperación de las condiciones de normalidad de estas empresas de carácter modesto.

Fórmulas similares junto con otro tipo de ayudas complementarias son las que se aplican en el caso de daños en el

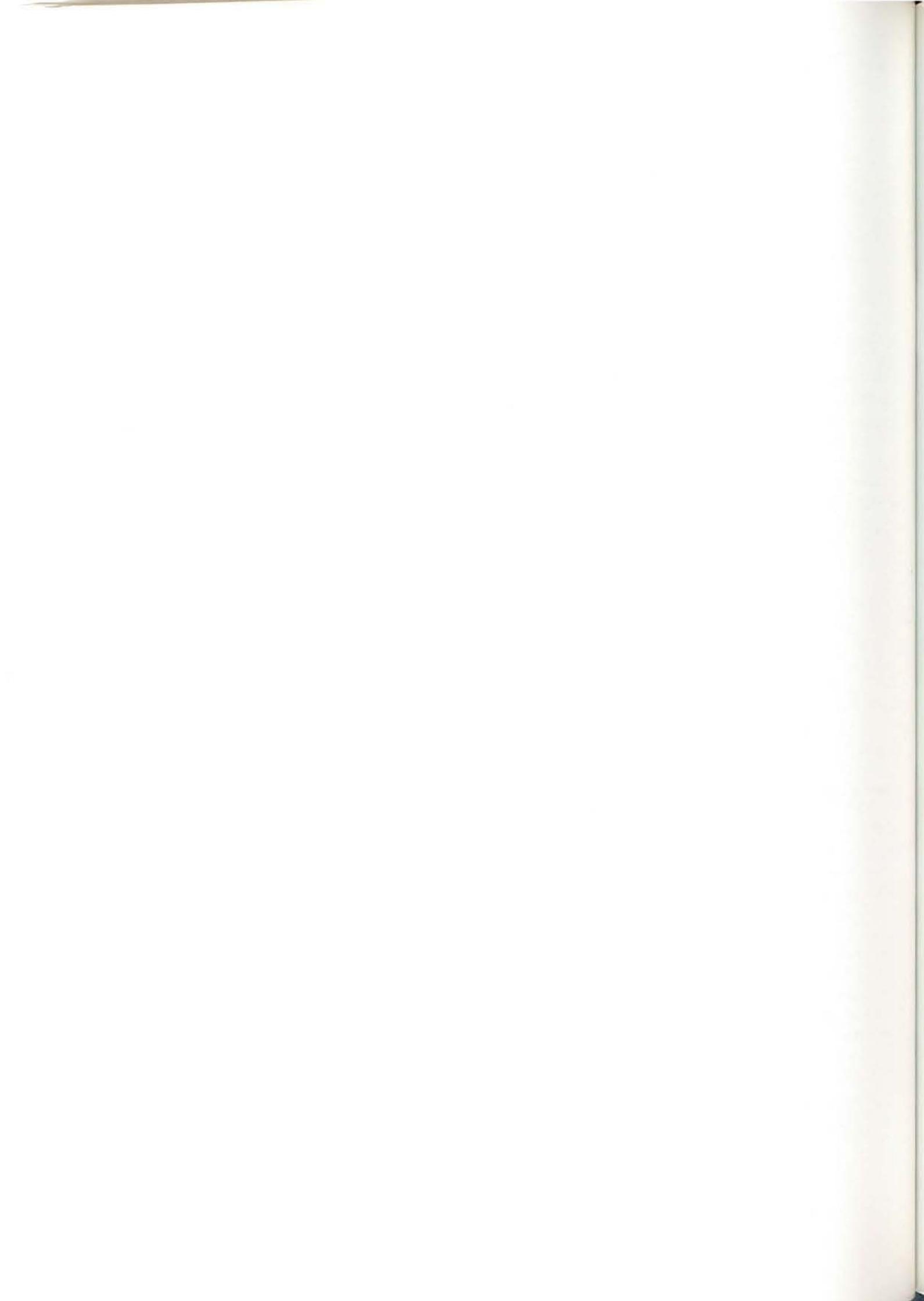
sector primario. La enorme sensibilidad de este sector, principalmente ante ciertas catástrofes naturales (estrecha vinculación de sus actividades con el medio físico), hacen que en cada episodio, sobre todo en el caso de las inundaciones, las pérdidas en la agricultura constituyan uno de los capítulos más importantes. En este apartado, suele diferenciarse entre las pérdidas en cultivos y ganadería, y aquellas otras vinculadas a daños en la maquinaria y en las infraestructuras agrarias (caminos, riego, etc.). Ante niveles de daños de gran consideración, el Ministerio de Agricultura tiene la potestad para declarar zonas de actuación especial donde se aplican distintas medidas de acuerdo con la Ley de Reforma y Desarrollo Agrario.

En cuanto al papel de los seguros en este apartado, ya se ha comentado la práctica total ausencia de coberturas por el concepto de pérdidas por catástrofes. Ante esta situación, la respuesta de distintos países, ha sido la de crear un organismo público con las funciones de compensar esta

carencia, y atender la reparación de pérdidas de aquellos bienes asegurados siempre que las mismas se produzcan por sucesos catastróficos. En España, este organismo se denomina Consorcio de Compensación de Seguros, que viene funcionando desde 1954. Regulado actualmente por el Real Decreto 2022/1986, de 29 de agosto, este organismo cubre el pago de las compensaciones, para aquellos bienes bajo cobertura de determinadas pólizas, siempre que su destrucción se produzca por alguna de las siguientes circunstancias: fenómenos de la naturaleza de carácter extremo, terrorismo, motín o tumulto popular, y actuaciones de las Fuerza Armadas o de Seguridad del Estado en tiempos de paz. Los fenómenos de la naturaleza que se contemplan son los que siguen: inundación, terremoto, erupción volcánica, tempestad ciclónica atípica y caída de cuerpos siderales y aerolitos. En el caso de daños en la agricultura, existe una modalidad distinta de seguros en la que se cubren otro tipo de pérdidas (Seguro Agrario Combinado. Ley 87/1978, de 28 de diciembre).



**5. EL TRATAMIENTO DE LOS RIESGOS  
CATASTRÓFICOS EN LA  
ORDENACIÓN DEL TERRITORIO.  
LA EXPERIENCIA COMPARADA**



## 5.1. INTRODUCCIÓN

El contenido de este apartado se centra en abordar el análisis de la experiencia comparada en lo que respecta al tratamiento de los riesgos catastróficos en los planes de ordenación del territorio. Con él se pretende aportar unas bases de información y un marco de referencia que permita apoyar e ilustrar las conclusiones finales de este trabajo.

Este análisis se justifica porque, como es sabido, el ámbito temático de los riesgos catastróficos no ha formado parte hasta muy recientemente del *corpus* habitual de los planes de ordenación del territorio, y aún hoy, como lo ha demostrado el informe "Experiencia internacional y nacional comparada" de la Propuesta Metodológica para la elaboración del Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía, su tratamiento es somero, cuando no inexistente, y con una dispersión teórica y propositiva bastante notable. Por esta razón, parece necesario ampliar y profundizar dicho análisis con el fin de intentar, al menos, agotar las posibles enseñanzas que puedan deducirse de la experiencia ya acumulada en relación al tratamiento de esta cuestión y sacar de las mismas las conclusiones oportunas. Todo ello debe redundar, en definitiva, y como se señalaba anteriormente, en dotar de unas bases más sólidas a las propuestas que se realicen, no, como es comprensible, en el sentido de asimilar y aplicar acríticamente esta experiencia comparada, sino en el de evaluar e incorporar las enseñanzas derivadas de la misma.

De acuerdo con ello, el contenido del apartado se centra en el análisis en profundidad de ocho documentos de planes de ordenación del territorio, que, respondiendo a contextos geográficos e institucionales diversos, han abordado con un cierto detenimiento el tema de los riesgos catastróficos. La elección de estos planes no ha resultado, por otra parte, demasiado complicada, ya que entre toda la documentación de la que se ha podido disponer no hay un número excesivo que incluya un tratamiento mínimamente explícito de la cuestión. En cualquier caso, se van a analizar prácticamente todos los que presentan desarrollos amplios del tema o que ofrezcan aproximaciones específicas que puedan resultar relevantes, con especial atención a aquéllos que se sitúen en contextos

geográficos o institucionales que puedan ser asimilados al andaluz. 155

En definitiva, los planes que se van a analizar son los siguientes:

### *Francia*

- Proyecto de la Carta de la Región de l'Ille de France (1991).
- Esquema Director de la Aglomeración de Lyon (1990).

### *Estados Unidos*

- *Urban Geology. Master Plan for California* (1973).

### *Suiza*

- Plan Director del Cantón del Ticino (1989-1990).

### *Italia*

- Plan Territorial de Emilia-Romagna (1990).
- Plan Urbanístico Provincial de Trento (1987).

### *España*

- Directrices de la Ordenación del Territorio de la Comunidad Autónoma del País Vasco (1992).
- Normas de Coordinación Metropolitana de la Comarca de L'Horta (1993).

A todos ellos se aplicará un esquema de análisis común, que incluye cuatro aspectos distintos. El primero de éstos se refiere al contexto institucional y geográfico donde se sitúa el Plan, así como a sus objetivos y finalidades generales y a su contenido esencial, todo lo cual permite obtener una idea aproximada del marco y alcance del documento analizado.

Un segundo aspecto, incluye el análisis del tipo de tratamiento metodológico y conceptual con el que se aborda la materia de los riesgos catastróficos. Es decir, por ejemplo, dentro de qué ámbito temático se incluye, cuáles son los riesgos tratados, cómo se conceptualizan éstos, etc. Esta labor es necesaria porque, como podrá verse, el tratamiento de esta materia en los planes de ordenación territorial dista mucho de ser uniforme o de tener una base metodológica o conceptual convencionalmente aceptados. Parece necesario, por tanto, conocer las diferen-

156 tes aproximaciones realizadas, a fin de tener elementos de juicio suficientes para posteriormente poder plantear conclusiones consistentes sobre la cuestión.

Un tercer aspecto, incluye la descripción de la parte informativa de los documentos en relación a los riesgos, reseñando el tipo, alcance y medio de presentación de la misma, con especial atención, en su caso, a los recursos cartográficos utilizados.

Finalmente, el cuarto aspecto se refiere al análisis de los contenidos propositivos del Plan en cuestión, en materia de riesgos catastróficos, tanto en lo que respecta al tipo, alcance y rango de las propuestas (normas, recomendaciones, directrices, acciones, programas de actuación, etc.) como al contenido material de las mismas.

## 5.2. ANÁLISIS DE CASOS REPRESENTATIVOS

### 5.2.1. La experiencia francesa

La experiencia comparada que nos aporta el caso francés puede ser de interés por dos motivos evidentes. De una parte, la proximidad geográfica supone la existencia de un contexto territorial si no semejante al español, si parecido en algunas cuestiones, fundamentalmente en lo que se refiere a su condición de país mediterráneo. Por otra parte, porque tradicionalmente la organización y administración del urbanismo y la ordenación del territorio en nuestro país ha estado muy influida por la experiencia francesa. El mejor ejemplo que puede citarse a este respecto lo constituye la política de polos de desarrollo, que hasta el momento representa prácticamente la única experiencia en España de combinación de la dimensión económica y física en la ordenación del territorio. Actualmente la situación es diferente, sobre todo porque el marco institucional ha cambiado profundamente en España, con la descentralización política y administrativa habida. También en Francia ha habido modificaciones en dicho marco, pero de carácter mucho más leve. Así, la descentralización del Estado, que ha tenido lugar desde 1982, ha posibilitado la creación de regiones, pero sólo con competencias administrativas y en ningún caso legislativas, lo

cual se aplica lógicamente también a las materias de ordenación del territorio.

De acuerdo a lo anterior, el Estado asume en Francia competencias básicas legislativas y administrativas en materia de ordenación del territorio y urbanismo, de entre las que cabe destacar la Ley de Ordenación del Suelo de 1975 y la Ley de Ordenación Urbanística de 1985. Esta legislación no prevé planes regionales de ordenación del territorio, siendo los Esquemas Directores (denominados con anterioridad Esquemas Directores de Ordenación y Urbanismo) los instrumentos fundamentales de planificación física a escala supramunicipal. Estos Esquemas, aunque pueden ser elaborados por otras administraciones directamente implicadas, tienen que ser formulados y aprobados finalmente por el Gobierno Central. Estos Esquemas Directores "establecen las orientaciones fundamentales de la ordenación del territorio de los ámbitos afectados, teniendo en cuenta el equilibrio que ha de conservarse entre el crecimiento urbano, las actividades agrarias, otras actividades económicas y la protección de espacios naturales"... "Determinan el destino general de los suelos y, en cuanto es necesario, la naturaleza y el trazado de los grandes equipamientos infraestructurales, especialmente del transporte, la localización de los servicios y actividades más importantes así como las zonas preferentes de expansión y renovación"... y "Toman en consideración la existencia de riesgos tecnológicos y naturales".

En efecto, el tratamiento en los Esquemas Directores de los riesgos mayores de origen natural o tecnológico constituye en Francia una obligación legal de acuerdo a las disposiciones de la Ley de 22 de julio de 1987, que introducía modificaciones en el Código de Urbanismo. Ello representa un importante avance en esta materia que justifica, entre otros aspectos, una atención específica en los documentos de ordenación territorial a los riesgos tanto naturales como tecnológicos, y que, por tanto, constituyen una referencia válida de experiencia comparada. En este caso se estudia un documento de ámbito regional (*La Charte de L'Île-de France*) y otro de ámbito subregional (*Schema Directeur Lyon 2010*), lo cual permitirá presentar los diferentes tratamientos de la cuestión según escalas y tipos de documentos.

### a) *La Charte de L'Île-de-France*

La Carta de la Isla de Francia es un documento presentado por el Gobierno Regional en función de las competencias que le otorga la Ley de Descentralización de 1982. Constituye un documento de carácter estratégico que debería tener su traducción normativa en el Esquema Director, que es responsabilidad del Estado. Precisamente este hecho es criticado en las primeras páginas del mismo, señalándose que la revisión de Esquema por parte del Estado ignora todos los cambios habidos desde el 65, y entre ellos las leyes de descentralización, que han hecho nacer un nuevo nivel institucional, la Región, a la que se confía la misión general de intervención en favor del desarrollo económico, social, cultural y de la ordenación de su territorio. La Carta Regional, por tanto, se inscribe dentro de esa misión e intenta aportar una visión de síntesis de un territorio que abarca 12.000 km<sup>2</sup> e incluye a 10,7 millones de habitantes y 1281 municipalidades. Como la propia Carta indica, se trata de una misión de síntesis entre las aspiraciones de las localidades y sus habitantes y la acción del Estado, con una fortísima presencia en esta región. Para ello, la única vía era generar un documento fundamentalmente reflexivo y generalista que permitiera integrar las diferentes visiones de un territorio de la dimensión, nivel de humanización y complejidad de La Isla de Francia.

La Carta consta de cinco partes. En la primera se definen los siete objetivos generales que guían la redacción de la misma (un crecimiento urbano ordenado, una economía competitiva al servicio del empleo, un entorno protegido y mejorado, etc.). Al servicio de estos objetivos se definen siete líneas de acción esenciales, lo cual constituye la segunda parte de la Carta, y aquélla donde de forma explícita se trata el tema de los riesgos. En las tres restantes (la inscripción en el espacio de las acciones propuestas, las dimensiones del desarrollo regional y los puntos fuertes de la carta regional por Departamentos) no aparecen referencias sobre esta cuestión.

La línea de acción donde se encuadra el tratamiento de los riesgos tecnológicos y naturales mayores está enunciada como "Proteger y poner en valor el medioambiente y el patrimonio" e incluye los siguientes aspectos: el

Plan Verde; la gestión global del agua; promover la calidad de la arquitectura y de los espacios públicos; reducir la polución del aire y la emisión de ruidos; la prevención de los riesgos naturales y tecnológicos mayores; una gestión planificada de los recursos del subsuelo, y la valorización y el tratamiento de los residuos urbanos. **157**

Partiendo precisamente de las prescripciones señaladas al principio respecto a la obligación legal del tratamiento de esta cuestión, la Carta plantea tres niveles de acercamiento al problema. El primero es la necesidad de la puesta en marcha de una política preventiva de los riesgos naturales y tecnológicos. El objetivo es ofrecer a los ciudadanos la seguridad, esto es "la protección de su integridad física y moral, de sus bienes, de las infraestructuras y de su entorno cotidiano". En esta política preventiva, deben participar todo el conjunto de agentes implicados, tanto públicos como privados, pero La Carta adscribe una responsabilidad especial a los Departamentos en materia de intervención y a la Región en materia de financiación y coordinación.

El segundo es la catalogación de los riesgos y su traducción en términos espaciales en los documentos de urbanismo. La Carta propone los siguientes: zonas inundables; zonas sensibles a los movimientos de suelo; delimitación de los perímetros de seguridad de las instalaciones con potencial de riesgos; identificación de los ejes de transporte de materias peligrosas; finalmente inventariar todos los emplazamientos susceptibles de ser utilizados y haber sido utilizados para la descarga de productos peligrosos (químicos, radiactivos, etc.).

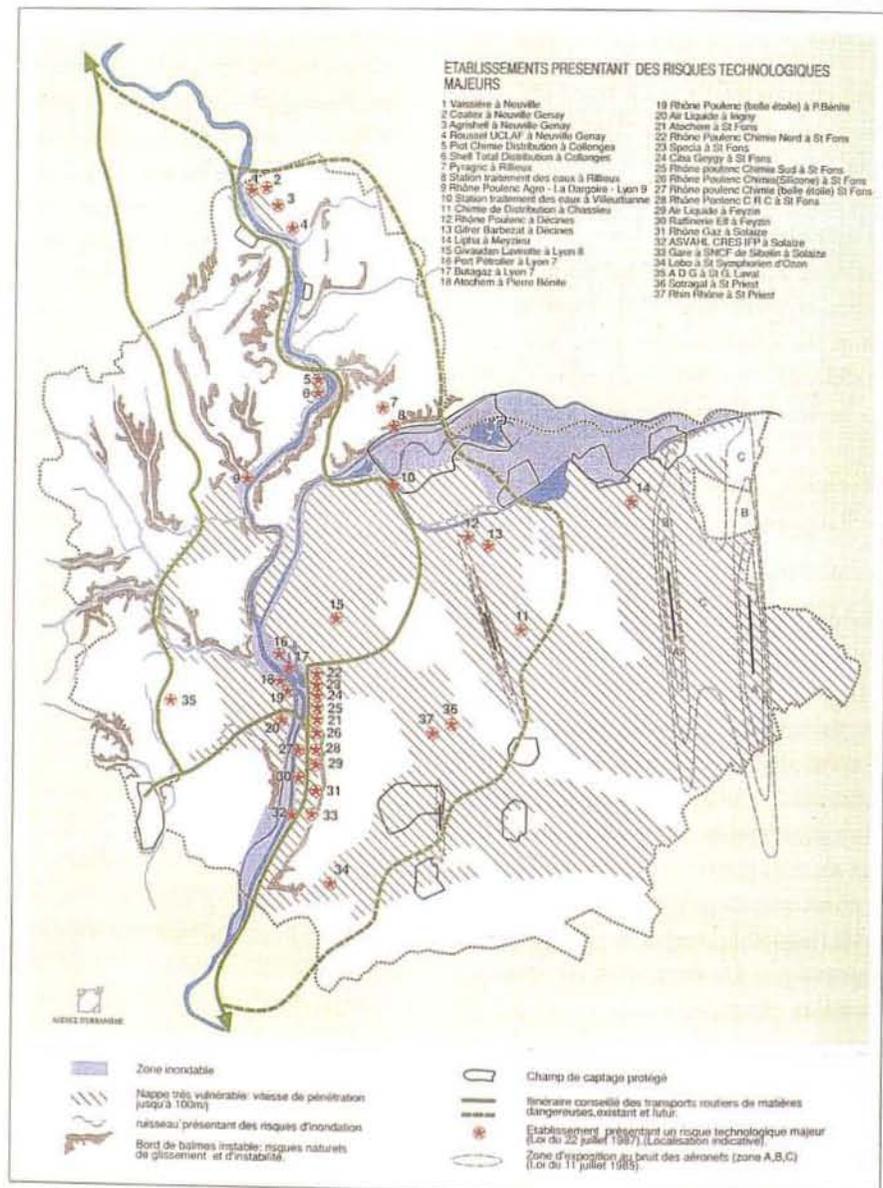
Todo ello debe materializarse, como último nivel, en una política de suelo a escala regional que de un lado permita proteger de la urbanización las zonas más sensibles, y de otro favorezca la existencia de terrenos indispensables para el desarrollo regional, fundamentalmente en materia de industrias peligrosas, que deben instalarse en emplazamientos altamente protegidos. El documento señala que la oportunidad para traducir esta toma en consideración de los riesgos lo constituye el nuevo Esquema Director en redacción, en lo que se refiere sobre todo a las grandes operaciones de urbanismo planteadas.

CARTOGRAFÍA SINTÉTICA DE RIESGOS A ESCALA SUBREGIONAL

Una de las aportaciones más interesantes del Esquema Director de Lyon es la identificación y representación cartográfica sintética de los riesgos considerados. Para realizar esta tarea, por ejemplo, la representación del Gobierno Central en el comité redactor del Esquema aportó la lista de establecimientos industriales que presentaban riesgos tecnológicos mayores, los cuales alcanzaban la cifra de 37 en total para toda la zona. Junto a ello también se identificaron los principales itinerarios

de transporte de mercancías peligrosas. Ambos aspectos fueron representados cartográficamente de forma indicativa y esquemática, a escala 1:50.000. En ese mismo esquema cartográfico se indican, asimismo, los riesgos naturales considerados, fundamentalmente las zonas inundables, los acuíferos muy vulnerables y las áreas de inestabilidad geomorfológica

Toda esa información, junto con alguna otra más, refejada a la escala mencionada de una forma esquemática e indicativa, aporta una imagen bastante eficaz del alcance y dimensión territorial de los riesgos tomados en consideración.



Este es, en resumen, todo el tratamiento dedicado a los riesgos de naturaleza catastrófica en La Carta de la Isla de Francia. No se aporta información empírica (sólo algunas referencias puntuales) ni cartográfica, y en el plano propositivo, no se han encontrado referencias específicas al tema. Sólo en relación a las inundaciones, que curiosamente son tratadas también en otro apartado de este capítulo, se mencionan algunas actuaciones específicas, entre las que cabe señalar la recomendación de identificar las zonas afectadas por los diferentes niveles de avenidas y la delimitación en los planes de urbanismo de las zonas inundables.

#### b) *El Schema Directeur Lyon 2010*

El Esquema Director Lyon 2010 constituye la Revisión del antiguo SDAU (Esquema Director de Ordenación y Urbanismo) aprobado en 1978. Para su redacción, se creó el Sindicato de Estudios y Programación de la Aglomeración de Lyon, que agrupaba a las 65 municipalidades de la Comunidad Urbana de Lyon y otras 16 exteriores hasta cubrir todo el perímetro ordenado por el antiguo SDAU. En total afecta a unas 72.000 hectáreas y 1.200.000 habitantes, tratándose lógicamente de un área profundamente urbanizada, lo cual ha de tenerse en cuenta a la hora de valorar la orientación de la materia aquí tratada.

El Esquema Director fue finalmente aprobado por el Estado en 1991, lo cual confiere a este documento, al contrario de lo que sucedía con el anterior, carácter normativo. El Esquema se divide en cuatro partes. La primera plantea el escenario y los objetivos globales. La segunda, las orientaciones del proyecto de aglomeración. La tercera, el esquema de ordenación y, finalmente, la cuarta, la ejecución del Esquema Director.

Los riesgos aparecen exclusivamente en el segundo capítulo, como una de las trece políticas prioritarias definidas para la aglomeración según bloques (desarrollo económico; desplazamientos urbanos; hábitat y vida social, etc). En concreto aparece dentro del bloque de preservación y gestión del medio ambiente, y su enunciado es: "Una política activa de gestión de los riesgos y de los recursos naturales y del control de las emisiones". Por tanto, se halla encuadrado junto con otras materias, en este caso,

el recurso del agua en la región urbana y las emisiones urbanas.

La materia se trata en dos niveles. En el primero, relativamente breve, se plantea la cuestión haciendo una clasificación de los riesgos y señalándose de forma genérica las fuentes más importantes de los mismos y los medios para abordarlos. Se distingue entre riesgos industriales (con especial referencia a la industria química) y riesgos naturales, a su vez divididos en riesgos geológicos y riesgos de inundación.

El segundo nivel, de carácter propositivo, es más detallado y rico, y se articula a través de dos objetivos concretos, referido uno a los riesgos industriales ("Controlar los riesgos industriales y preservar a la población de sus peligros mediante una gestión compartida al nivel de cada emplazamiento y también al nivel de la aglomeración") y otro a los riesgos naturales ("Prevenir los riesgos naturales").

Respecto al primero, aunque el Esquema Director señala que no es de su competencia el establecer normas precisas de protección respecto a los establecimientos industriales, sí es su responsabilidad tomar en consideración la existencia de riesgos mayores en un gran número de lugares de la aglomeración. Se trata de un imperativo legal, basado en la ya mencionada reforma legal del Código de Urbanismo (artículos 121 y 122), referente a los Esquemas Directores. Esta "toma en consideración" consiste, de un lado, en identificar las fuentes de riesgos industriales y, de otro, en fijar un cierto número de objetivos y de orientaciones.

Además de lo anterior, se señala que de acuerdo a dicho Código, los planes urbanísticos municipales deben delimitar, en función de esta información, las partes del territorio donde los riesgos tecnológicos deben ser tomados en consideración y plantear los medios para prevenirlos.

En lo que se refiere a los objetivos y orientaciones, y asumiendo la política sectorial del Estado respecto a la prevención de los riesgos tecnológicos, el Esquema se centra en las condiciones de ocupación de los suelos. En consecuencia, establece orientaciones dirigidas a los planes de urbanismo municipales, fundamentalmente en el

160 sentido de limitar o prohibir la construcción o el desarrollo urbanístico en las zonas delimitadas.

Finalmente, respecto a los riesgos tecnológicos, el documento también plantea la necesidad de establecer un marco de cooperación a nivel de toda la aglomeración, con una gestión concertada que distinga claramente los diferentes ámbitos de competencia y su obligada conjunción desde las acciones de las empresas hasta la elaboración de los documentos de urbanismo.

El tratamiento de los riesgos naturales es más somero. En los riesgos geológicos se señala la necesidad de reforzar la prevención de éstos a través de un conocimiento más exhaustivo de los mismos y, en segundo lugar, la obligación de precisar en los planes de urbanismo la delimitación de los espacios con estos riesgos, estableciendo los derechos y limitaciones de construcción en los mismos, sin que se añadan otras precisiones. En cuanto a los riesgos de inundación, las propuestas son heterogéneas, incluyendo la culminación de planes infraestructurales en marcha, la vigilancia de procesos naturales y humanos que puedan incidir negativamente en la prevención del riesgo, o la toma en consideración de los riesgos de inundación en los nuevos desarrollos urbanos. Todo ello, sin embargo, no pasa de la mera enunciación de tales propuestas u orientaciones.

Esta es, en definitiva, la experiencia comparada que nos ofrece el caso francés. La existencia de una obligación normativa de tratar los riesgos en la planificación física y, la posibilidad de contar con dos documentos a escalas distintas permiten obtener algunas conclusiones, que serán examinadas conjuntamente con las de otros países al final del capítulo.

### 5.2.2. El *Urban Geology Master Plan for California*

El contexto institucional de la ordenación del territorio en Estados Unidos es bien diferente al europeo, a pesar de que en ese país se dio una de las experiencias pioneras en esta materia: el *Tennessee Valley Authority* en los años 30. Sin embargo, no existe en Estados Unidos, por diferentes razones que no ha lugar analizar aquí, un sistema

de planificación urbana y ordenación del territorio institucionalmente establecido. El propio término ordenación del territorio no aparece en la práctica científica y técnica norteamericana y su asimilado más próximo, el *regional planning*, tiene un contenido fundamentalmente económico. Ello no quiere decir que no exista planificación física, pero ésta tiene un carácter no sistemático, orientado a ordenar ciertos espacios concretos —por ejemplo espacios naturales— o determinados recursos —los recursos hidrológicos—. A esta categoría pertenece el *Urban Geology Master Plan for California*, que será analizado aquí.

El *Urban Geology Master Plan for California* (UGMPC) fue concebido por el Departamento de Conservación como un vehículo para que las autoridades estatales y locales pudieran responder a las necesidades de un crecimiento seguro y ordenado en términos de riesgos geológicos. El proyecto estaba designado para incluir la identificación a escala regional de conflictos presentes y potenciales entre el desarrollo urbano y el medio geológico; un análisis crítico de las competencias y responsabilidades de los sectores público y privado; el establecimiento de programas prioritarios; y las necesidades legislativas y organizativas que se deducen de todo ello.

No se trata, estrictamente, de un documento de ordenación del territorio, sino de un informe que pueda servir de base para la toma de decisiones tanto públicas como privadas en relación a los riesgos geológicos, sobre todo en áreas de desarrollo urbano. En cualquier caso, su mayor valor es de carácter metodológico, tanto en lo que se refiere al conocimiento de los riesgos en sí, como a la organización y presentación de las propuestas y conclusiones, y en ese sentido se examina aquí.

Los riesgos geológicos analizados fueron diez: terremotos; pérdidas de recursos minerales; deslizamientos; inundaciones; actividad erosiva; suelos expansivos; fallas activas; vulcanismo; tsunamis, y subsidencia. Como puede verse, no todos los riesgos son de naturaleza catastrófica, ya que los objetivos del trabajo son otros, pero sí que están presentes la mayoría de los que pueden darse también en Andalucía, puesto que hay muchas coincidencias entre ambas zonas en geología, climatología y geomorfología dinámica y climática.

El tratamiento de estos diez riesgos es similar en cada caso y se divide en cuatro partes. La primera tiene un carácter informativo e incluye una descripción del riesgo, de su naturaleza y recurrencia; una cartografía a pequeña escala de la misma —que no se pretende sino indicativa— y de las políticas y programas que existen al respecto. Así, en relación a los terremotos, se incluye un cuadro con los terremotos más importantes del siglo y sus pérdidas en vidas humanas y dinero; se cartografían para todo el Estado los niveles de intensidad del riesgo; y se analizan, entre otros, las normas y regulaciones existentes en relación a la construcción y el desarrollo urbano.

La segunda, incluye ya las recomendaciones en forma de programas concretos que se proponen para reducir los efectos negativos resultantes de cada riesgo geológico. Estas recomendaciones se presentan de forma sistemática en relación a siete apartados distintos: información; planificación; ingeniería; gestión; desarrollo; acciones de emergencia, y funciones de coordinación y monitorización general. Para cada uno de ellos se incluye una serie de programas detallados, indicando si son nuevos o continuación o ampliación de otros e indicando las agencias e instituciones encargadas de su realización. Tomando como ejemplo los deslizamientos de tierra, en relación a la información, se definen programas de investigación tanto en lo que se refiere a análisis de procesos, cartografía a diferentes escalas de los niveles de estabilidad de laderas o el desarrollo de información y análisis de impacto socio-económico. Y en relación a la planificación, se plantean procedimientos para incorporar en los planes de uso de suelo indicadores de idoneidad y capacidad de los mismos y también programas para recuperar y mejorar las consecuencias y riesgos derivados de estos procesos.

La tercera parte plantea un esquema metodológico para el establecimiento de prioridades en el desarrollo de programas de prevención. Su finalidad no es, por tanto, establecer una lista de acciones prioritarias a llevar a cabo, sino diseñar un proceso científico para la toma de decisiones. Tres son los factores sobre los que el establecimiento de prioridades debe basarse: ámbito espacial, problema geológico y medida específica de prevención. Para ello se desarrolló una metodología que evaluaba, en términos monetarios, primero, la magnitud del daño de-

bido al número y severidad de los problemas geológicos en cualquier ámbito espacial; segundo, el volumen de población expuesto a tales problemas en dicho ámbito espacial y, tercero, las previsiones de crecimiento de población allí. El análisis y presentación de resultados se realiza sobre una cartografía 1:1.000.000 de todo el Estado, dentro de la cual se digitaliza una malla rectangular que constituye el marco espacial de referencia básico. Se trata, en cualquier caso, como el propio documento señala, de una aproximación inicial al problema, tanto por la escala del territorio en cuestión como por el propio desconocimiento para cada ámbito concreto de la naturaleza e intensidad de todos y cada uno de los diez problemas geológicos analizados.

Finalmente, el documento incluye una síntesis general de resultados, conclusiones y recomendaciones. Los mismos se exponen, tanto a nivel general como para cada uno de los riesgos analizados, de forma clara y concisa, todo lo cual puede aportar algunas referencias válidas para los objetivos del trabajo aquí abordado. Ese es con seguridad el mayor valor de esta experiencia, ya que a pesar de no ser estrictamente un documento de ordenación territorial —y de su relativa antigüedad (1973)—, constituye un elemento de referencia en el plano metodológico muy superior al de los restantes documentos examinados.

### 5.2.3. Suiza

Dentro de este análisis de la experiencia comparada, se incluye aquí el Plan Director del Cantón del Ticino 1989-1990. El marco geográfico e institucional es relativamente diferente al de nuestra región pero también hay elementos de coincidencia que pueden ilustrar el tratamiento de algunos aspectos parciales y la utilización de instrumentos cartográficos y normativos. Entre tales aspectos parciales se encuentran los referidos a los riesgos naturales presentes en zonas de alta montaña, generalizados en el cantón del Ticino y de los que en Andalucía hay una presencia significativa que hay que tomar en consideración.

Como es sabido, Suiza constituye un estado federado donde existe un sistema relativamente bien articulado de planificación física y ordenación del territorio. La Fede-

162 ración ostenta la competencia de la legislación básica en ordenación del territorio, y los cantones la de desarrollo. Como instrumento central de ordenación territorial nos encontramos con los Planes Directores Cantonales, como planes territoriales que abarcan a todo el ámbito regional. No existen planes de ordenación de nivel superior (las Concepciones son conjuntos de objetivos y normas de carácter general) y, aunque pueden darse planes subregionales, éstos están subordinados a los Planes Directores Cantonales. La redacción y la aprobación inicial de éstos corresponde a los Cantones y su aprobación definitiva a la Federación. Su objetivo central debe ser la coordinación de las actuaciones con incidencia territorial y, a nivel formal, debe constar de texto y de cartografía, que han de estar relacionados entre sí mediante remisiones mutuas. El Plan Director del Cantón Ticino se ajusta ya a estos preceptos y por ello puede servir de referencia en la línea de lo expuesto al principio de este apartado.

El Plan, formalmente, está constituido por tres tipos de documentos físicamente separados:

- a) Informe explicativo y objetivos cantonales de planificación.
- b) Marco de coordinación.
- c) Representación gráfica.

Dentro del primero, y después de la Introducción, hay un tratamiento de la ordenación a nivel general, otro a nivel sectorial y otro de síntesis por comarcas (*comprosoni*), para terminar con una parte denominada constitutiva donde se establecen explícitamente los objetivos de planificación tanto generales como sectoriales.

Es en esta primera parte donde fundamentalmente aparecen referenciados los riesgos, conceptualizados en este caso como riesgos (*pericoli*) naturales, sin que por tanto se incluyan en ningún momento los tecnológicos ni se presuponga inicialmente su carácter de riesgos catastróficos. Los riesgos naturales constituyen en el Plan del Ticino uno de los trece ámbitos de intervención sectorial con el bosque, el cuidado ambiental, el aprovisionamiento energético o los asentamientos. Como en todos ellos su tratamiento se organiza en dos partes, una denominada "Premisas" y una segunda en la que se define "La política en materia de peligros naturales".

Los criterios operativos que se definen en relación a los riesgos naturales en el Plan del Ticino son los siguientes:

- a) Aumentar la seguridad del territorio, salvaguardando en la medida de lo posible a los asentamientos e infraestructuras de los riesgos naturales.
- b) Aportar una visión global de la situación del territorio, profundizando en el conocimiento respecto a esta materia.
- c) Programar, a través de criterios de prioridad, las intervenciones de prevención y restauración para reducir o eliminar los peligros naturales.
- d) Fijar las condiciones para un uso correcto del suelo en los territorios sometidos a peligros naturales, estableciéndose unas directrices de carácter general para la formulación o revisión de los planes municipales (Necesidad, a la hora de urbanizar, de evitar zonas sometidas a peligros; realizar obras de prevención y mantenimiento en relación a asentamientos e infraestructuras, etc.).
- e) Coordinar las intervenciones sobre las cuencas torrenciales.
- f) Garantizar el mantenimiento de las infraestructuras y obras de prevención existentes.

Todo ello se traduce en cuatro objetivos que forman la parte constitutiva del Plan:

- 1) Limitar y evitar en la medida de lo posible las consecuencias negativas de acciones permanentes o esporádicas de la naturaleza en relación a las actividades humanas.
- 2) Perfeccionar el grado de conocimiento de los mecanismos que rigen los fenómenos naturales específicos y su distribución en el territorio, estableciendo y actualizando un catastro de los territorios sujetos a peligros naturales.
- 3) Estudiar los territorios sometidos a peligros naturales y promover las intervenciones de restauración y prevención indispensables, constituyendo consorcios para su ejecución y mantenimiento.
- 4) Establecer las necesarias previsiones de planificación para evitar asentamientos en zonas críticas y fijar las condiciones para un adecuado uso del suelo en estas zonas.

Para llevar a la práctica tales objetivos el Plan señala que se pondrá en marcha una nueva ley que regulará la confección del catastro de los territorios sometidos a peligros naturales, la planificación de las prioridades de interven-

ción mediante un plan cantonal de prevención y restauración y la colaboración entre el Cantón y los municipios.

Esta primera parte del Plan (Memoria explicativa y objetivos cantonales de planificación) concluye con un tratamiento síntesis a escala comarcal donde se describen y concretan todos los elementos, criterios y objetivos planteados en la parte general.

Respecto a la segunda parte, el Marco de Coordinación, fundamental como ya se ha dicho en el contenido de estos planes de ordenación regional, recoge, entre otros aspectos, una ficha correspondiente a cada sector y entre ellos, lógicamente, a los peligros naturales. En ella se incluye el objeto, los municipios afectados y la cartografía que los representa. Junto a ello, de forma resumida se presenta la situación del Sector (problemática, conflictos), el ámbito de la coordinación, modalidad de la misma, responsables, programación temporal, instancias interesadas y documentación principal. Un bloque final organiza por elementos (*compensori*, cursos de agua principal, lagos, infraestructura viaria e implantaciones hidroeléctricas) los fenómenos relativos a peligros naturales asociados a tales elementos, el estado de su información y la cartografía donde aparecen.

Dicha cartografía constituye la tercera y última parte del documento. Sobre una base topográfica 1:25.000 se desarrolla una representación sobrepuesta que incluye una leyenda donde, entre otros, aparecen cartografiados los siguientes fenómenos asociados a peligros naturales: Áreas aluviales o inundables; zonas de avalanchas de nieve; pendientes inestables; y ámbitos de interés para fenómenos complejos.

En resumen, pese a ser un plan regional que afecta a un territorio de una dimensión bastante inferior al andaluz y una realidad geográfica diferente en muchos aspectos, la relativa amplitud del tratamiento de algunos problemas asociados a los riesgos y, sobre todo, su compleja plasmación en el conjunto de elementos que constituyen el documento de planificación (diagnóstico, criterios, objetivos, esquema de coordinación, cartografía) le hace ser una buena referencia para ilustrar posibles elementos formales y de contenido de este tipo de planes.

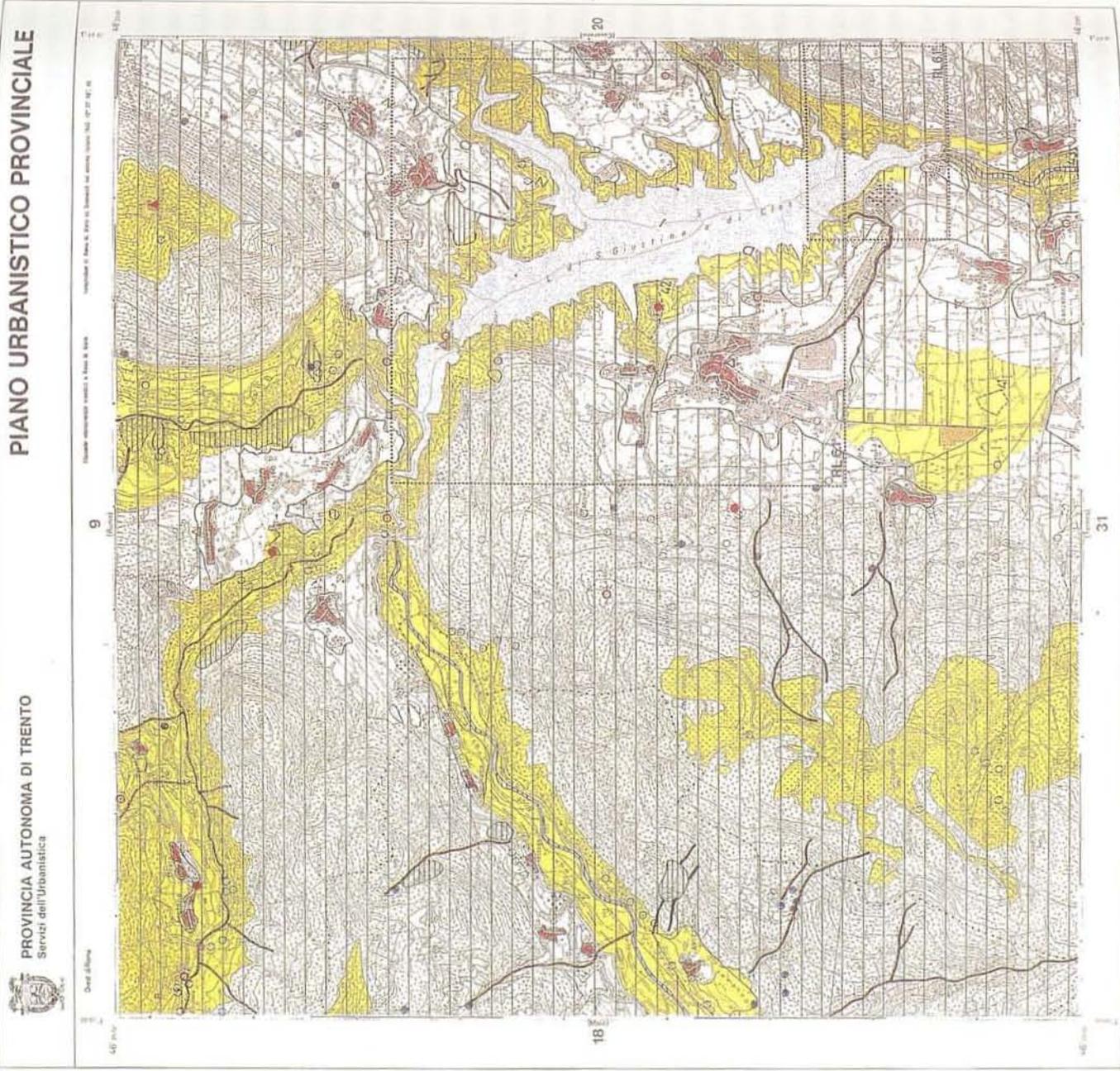
#### CONCEPTUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE RIESGOS EN UN PLAN REGIONAL

El Plan Cantonal del Ticino destaca por el contenido y alcance del análisis y diagnóstico de los riesgos tomados en consideración, que constituye la primera parte del documento. En dicho diagnóstico, se analizan seis clases de riesgos (riesgo hidráulico, acciones de torrentes, deslizamientos superficiales y profundos, desprendimientos de rocas y avalanchas). Ello lleva a plantear dos conclusiones. Una, que el territorio afectado por estos riesgos está diseminado por todo el Cantón y otra referida a la inestabilidad del terreno que suponen las pendientes superiores al 25%, que afectan a una parte significativa del territorio cantonal.

También contiene el diagnóstico un estudio del planeamiento municipal, expresándose especialmente en el documento al insuficiente tratamiento que en los planes urbanísticos municipales tiene toda la cuestión concerniente a la seguridad referida a los peligros naturales.

Finalmente, todo el análisis se materializa en una cartografía a escala cantonal (1:400.000; reducción fotográfica de la cartografía 1:200.000), formado por dos hojas, una de base topográfica con fondo opaco y otra transparente, que se superpone en la que se dibujan las tres categorías básicas de peligro natural: avalanchas, aguas superficiales (erosión, aluvionamiento, inundación) y pendientes inestables (desprendimientos, deslizamientos, etc.).

En consecuencia, a pesar de que el espectro de riesgos analizados se restringe a los naturales, el Plan del Ticino aporta una experiencia que puede ser de utilidad a la hora de plantear un diagnóstico de la cuestión de forma sintética y bien orientada a las necesidades de un proceso de ordenación territorial.



|  |   |   |
|--|---|---|
| <p><b>Simboli</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stipiti - Col. Blu</li> <li>Col. Verde</li> <li>Col. Rosso</li> <li>Col. Giallo</li> <li>Col. Bianco</li> <li>Col. Nero</li> <li>Col. Rosso scuro</li> <li>Col. Rosso chiaro</li> <li>Col. Verde scuro</li> <li>Col. Verde chiaro</li> <li>Col. Giallo scuro</li> <li>Col. Giallo chiaro</li> <li>Col. Bianco scuro</li> <li>Col. Bianco chiaro</li> <li>Col. Nero scuro</li> <li>Col. Nero chiaro</li> </ul> | <p><b>Simboli</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stipiti</li> <li>Col. Blu</li> <li>Col. Verde</li> <li>Col. Rosso</li> <li>Col. Giallo</li> <li>Col. Bianco</li> <li>Col. Nero</li> <li>Col. Rosso scuro</li> <li>Col. Rosso chiaro</li> <li>Col. Verde scuro</li> <li>Col. Verde chiaro</li> <li>Col. Giallo scuro</li> <li>Col. Giallo chiaro</li> <li>Col. Bianco scuro</li> <li>Col. Bianco chiaro</li> <li>Col. Nero scuro</li> <li>Col. Nero chiaro</li> </ul> | <p><b>Simboli</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stipiti</li> <li>Col. Blu</li> <li>Col. Verde</li> <li>Col. Rosso</li> <li>Col. Giallo</li> <li>Col. Bianco</li> <li>Col. Nero</li> <li>Col. Rosso scuro</li> <li>Col. Rosso chiaro</li> <li>Col. Verde scuro</li> <li>Col. Verde chiaro</li> <li>Col. Giallo scuro</li> <li>Col. Giallo chiaro</li> <li>Col. Bianco scuro</li> <li>Col. Bianco chiaro</li> <li>Col. Nero scuro</li> <li>Col. Nero chiaro</li> </ul> |
|--|---|---|

A SISTEMA AMBIENTALE

19

1 : 25000

CLES



5.2.4. El caso italiano

Tanto en el marco geográfico como en el contexto institucional, los niveles de semejanza entre España e Italia son lo suficientemente elevados para que cualquier análisis de la experiencia comparada en materia de ordenación del territorio deba incluir necesariamente algún ejemplo de este último país. Las semejanzas en el terreno geográfico no se reducen al medio físico sino que también se refieren a los procesos de humanización del territorio, desde las pautas de asentamientos hasta el desarrollo de actividades socioeconómicas sobre el espacio. Sin embargo, surge la dificultad en este aspecto de la inexistencia de ejemplos de planes regionales en las zonas central y meridional de Italia, la más cercana en estos términos geográficos a las características que puede presentar nuestra región. En cualquier caso, los dos ejemplos que se van analizar, los de la Emilia-Romagna y el Trento aportan una experiencia que puede ser igualmente provechosa.

En relación al marco institucional, pocas son las diferencias entre un país y otro, ya que las regiones son en ambos casos los niveles administrativos competentes en materia de ordenación del territorio, tanto a nivel de legislación básica como en lo que respecta a la concreta elaboración y formulación de los planes. Si hay que reseñar alguna diferencia es la del menor peso político y competencial de las regiones italianas, que se mantienen en un plano casi meramente administrativo, lo cual en definitiva les posibilita una capacidad algo menor de intervención global sobre los procesos territoriales.

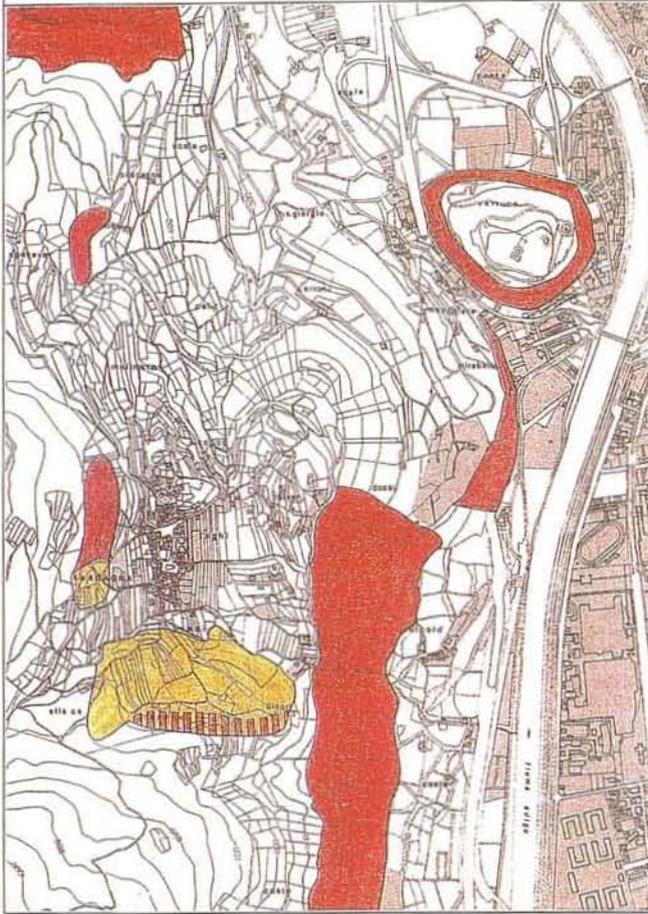
a) Piano Urbanistico Provinciale di Trento (1987)

El Plan Urbanístico de la Provincia Autónoma de Trento aporta, sobre todo, en relación a los objetivos de este trabajo, un tratamiento cartográfico que es de indudable interés como referencia a analizar y considerar, ya que es sin duda la más rica en este aspecto de todas cuantas se han examinado: Hay sin embargo que precisar que aun cuando administrativamente se trate de un plan regional, la escala del espacio considerado y su propio contenido (implícito en la calificación de urbanístico del Plan) le conceptúa más como un plan de carácter subregional, lo cual

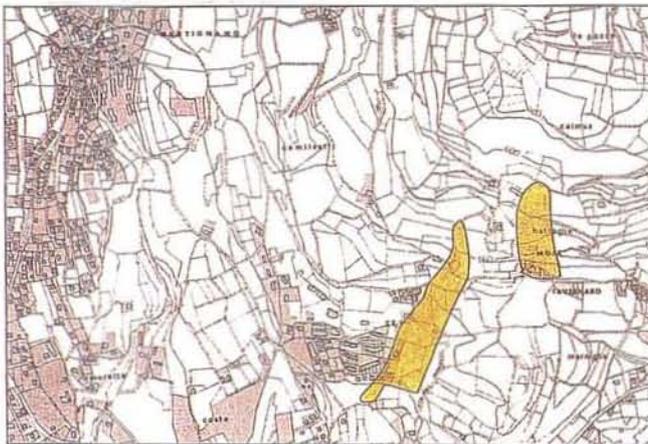


PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO  
Servizi dell'Urbanistica e tutela del paesaggio

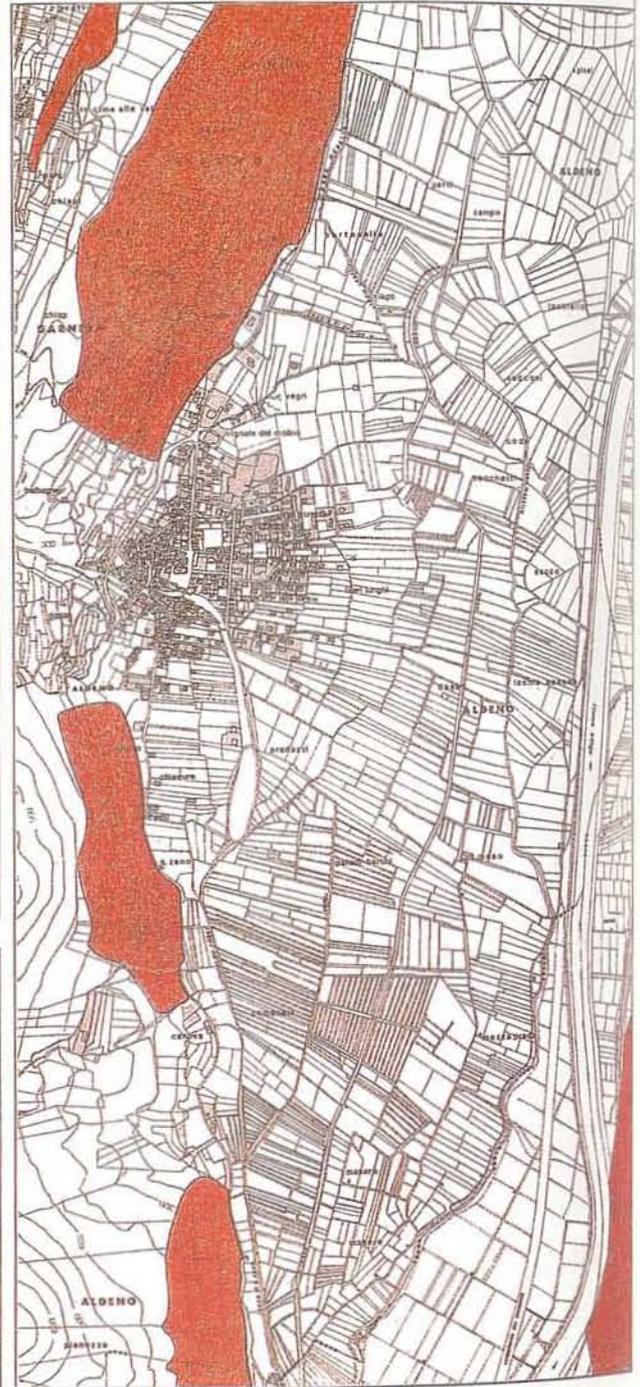
PIANO URBANISTICO PROVINCIALE



R 5.8 Trento loc. Sardagna



R 5.9 Trento loc. Cognola



R 5.10 Aldeno

# AREE A RISCHIO GEOLOGICO R E IDROLOGICO

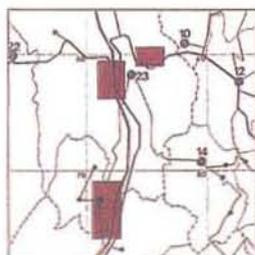
Scala grafica 1:10000

|     |     |
|-----|-----|
| 5.8 | 510 |
| 5.9 |     |

|      |    |
|------|----|
| 69   | 80 |
| 5769 |    |

RIFERIMENTO  
TAV. 1 : 25000

-  AREE URBANIZZATE AL 1985
-  LAGHI E CORSI D'ACQUA
-  AREA SOTTOPOSTA A PERICOLO DI CROLLI ROCCIOSI
-  AREA INTERESSATA A FENOMENI FRANOSI SIA IN ATTO CHE POTENZIALI, QUALI SCORRIMENTI ROTAZIONALI O TRASLATIVI, COLAMENTI
-  AREA SOGGETTA A SPROFONDAMENTI PER LA PRESENZA SOTTERRANEA DI VUOTI MINIERARI O CAVERNE CARSIICHE
-  AREA SOGGETTA A ESONDAZIONE
-  AREA SOGGETTA A EROSIONE DI SPONDA
-  AREA SOTTOPOSTA A PERICOLO DI CROLLI ROCCIOSI E INTERESSATA DA FENOMENI FRANOSI, QUALI SCORRIMENTI ROTAZIONALI O TRASLATIVI, COLAMENTI
-  AREA SOTTOPOSTA A PERICOLO DI CROLLI ROCCIOSI E SOGGETTA A ESONDAZIONE
-  AREA SOGGETTA A ESONDAZIONE ED EROSIONE DI SPONDA
-  CONFINI PROVINCIALI
-  CONFINI COMPRESORIALI
-  CONFINI COMUNALI



TRENTO 1987

RIDUZIONE IN SCALA 1:20.000

se señala a efectos de situar con corrección los resultados y conclusiones que pueden derivarse de esta experiencia. 167

En el plano conceptual este plan no presenta especiales aportaciones respecto a los ya analizados, teniendo en cuenta en todo caso que es anterior a casi todos ellos y que su marco geográfico es muy semejante al que afecta al cantón de Ticino. Los riesgos a los que presta atención el Plan son exclusivamente algunos de los naturales y son tratados dentro del apartado "La defensa del Medio Ambiente". En él se analizan los riesgos geológicos e hidrogeológicos, estableciéndose cuatro tipos diferentes de áreas respecto a ellos: Área inestable de máximo riesgo; Área de control geológico; Áreas de protección hidrogeológica; y Pozos y fuentes. Especial interés tiene la distinción entre áreas de riesgo geológico e hidrogeológico y las de control geológico, para la que el Plan establece una definición, desarrolla unas Normas de actuación y presenta una cartografía detallada.

Las áreas de riesgo geológico e hidrogeológico son aquellas "donde por las particulares características geológicas e hidrogeológicas del suelo, cada intervención puede ser causa de un potencial peligro o estar sujetas a un grave daño". Se trata de áreas geotécnicamente peligrosas, generalmente con fuertes pendientes y, normalmente, alejadas de los asentamientos, en las que es desaconsejable cualquier intervención que no sea la mejora de seguridad de las mismas. Son áreas de control geológico "aquellas en las que cualquier alteración de la ordenación actual puede ser fuente de peligro o de daño a causa de las delicadas condiciones geotécnicas o geomecánicas, es decir, áreas con pendientes o permeabilidad de suelo elevadas o áreas susceptibles de posibles aluviones torrenciales o aludes".

En las primeras se prohíbe cualquier actividad de desarrollo urbanístico y de construcción, salvo las inherentes a la defensa y a la consolidación del suelo y subsuelo. Además se remite a los planes subregionales la posibilidad, en base a estudios más detallados, de precisar los límites establecidos o de individualizar nuevas áreas. En las áreas de control geológico las intervenciones urbanísticas y de construcción se admiten sólo con determinadas cautelas, sometiéndolas a especiales controles técnicos. Son en este caso los Planes Comarcales los que deben precisar las modalidades y contenidos de estos controles.

**168** Todo ello se apoya en una base cartográfica muy detallada, que, por otra parte, no aparece hasta la primera revisión del Plan Urbanístico Provincial en 1991, siendo dicha cartografía la principal aportación de la misma. Los riesgos aparecen tratados tanto en la cartografía general dedicada al sistema ambiental como en otra específica dedicada exclusivamente a los riesgos geológicos e hidrogeológicos. En la primera, a escala 1:25.000, junto a la delimitación de las áreas de riesgo geológico e hidrogeológico y las de control geológico y de aludes, se incluye entre otras las áreas de tutela ambiental, de interés geológico, de parque natural o de protección de pozos y fuentes. Todas ellas con las referencias al artículo de las Normas que les son de aplicación.

La cartografía sectorial, ya enteramente dedicada a los riesgos geológicos e hidrogeológicos cuenta con un primer plano general 1:250.000 donde se reflejan los perímetros esquemáticos de las áreas afectadas por tales riesgos y que después serán cartografiados a escala 1:10.000 o 1:20.000, dependiendo de la extensión de la zona o del nivel de los riesgos contemplados. Es por tanto, en esta última cartografía, donde se detallan territorialmente los riesgos analizados, conteniendo una leyenda con ocho categorías de ellos, entendidos no tanto como riesgos singulares sino como combinación de los mismos. Este nivel de detalle, especialmente valioso, es por otro lado difícil de asumir como contenido de plan regional, sobre todo para un territorio de la extensión del andaluz, por lo que debe valorarse más como referencia para desarrollos de menor escala de dicho plan regional.

#### *b) Piano Territoriale Regionale de Emilia-Romagna (1990)*

La experiencia italiana en planes de ordenación territorial de escala regional es comparativamente amplia, aunque no siempre incluye el tratamiento de la materia aquí analizada. Entre los que lo tratan se ha elegido, para su estudio como experiencia comparada, el Plan Territorial de Emilia-Romagna, tanto por que presenta un cierto desarrollo del mismo —aunque con las particularidades que en su momento se señalarán— como por las relativas semejanzas existentes en el medio físico y el territorio con Andalucía.

El Plan Territorial de la Emilia-Romagna, aprobado en 1990, tiene un carácter fundamentalmente estratégico. Según se afirma en el mismo, no pretende ser un plan vinculante y jerarquizado sino un “instrumento de comunicación” entre los agentes responsables del gobierno del territorio. Ello se materializa en su orientación y contenido propositivo concreto. El Plan consta de un Plano 1:250.000 de toda la región, en el cual se sintetiza el esquema estructural que guía la configuración territorial propuesta para la misma, y un texto de orientación, fundamentalmente discursiva, en el que se desarrollan los contenidos concretos en materia planificadora. Todas las referencias a la materia aquí analizada se encuentran en este segundo elemento del Plan, puesto que no aparecen referencias de ningún tipo a los riesgos en el plano general.

El Plan se articula en tres capítulos principales. En el primero se plantean las orientaciones estratégicas que presiden la elaboración y los contenidos del Plan. En el segundo se desarrollan las políticas, que no son sino la “individualización de los objetivos de carácter sectorial y la verificación de la virtualidad y eficacia de las políticas regionales y locales para alcanzar tales objetivos”. En el tercero se establecen las directivas (*indirezzi*) para las áreas programa, concretándose a esa escala la propuesta global que incluye el esquema estructural del Plano Territorial. Debe reseñarse que, dentro de la mencionada orientación discursiva del Plan, los contenidos de planificación se materializan no en normas o disposiciones de naturaleza vinculante sino en objetivos, acciones, prestaciones, directivas, etc., que se acomodan mejor a la finalidad de instrumento de comunicación que persigue el Plan.

La referencia a los riesgos aparece en el Plan en la parte segunda, dentro del tratamiento del sistema ambiental, que junto con el de transportes y el productivo y el de asentamientos constituyen los tres grandes ámbitos sectoriales de organización de la propuesta del Plan. Dentro del sistema ambiental se definen seis subsistemas, en dos de los cuales se plantean las cuestiones relacionadas con los riesgos: subsistema de defensa activa del suelo y subsistema de defensa de la costa.

En el subsistema de defensa activa del suelo se señala la característica de fragilidad ambiental del sistema geomor-

fológico de la región, sobre todo en relación al complejo dinámico hidráulico e hidrogeológico. En función de estos riesgos se definen tres ámbitos diferenciados con problemáticas diversas y unos objetivos que no son tales, sino más bien la constatación de la carencia de una adecuada intervención sobre el problema basada en una política de programación orgánica articulada por cuencas hidrográficas. Asimismo, se señalan en el epígrafe de objetivos las actuaciones e iniciativas que en ese sentido se están llevando a cabo para paliar dicha carencia como el plano de la cuenca hidrográfica del Po o la "Conferencia interregional permanente para el resaneamiento de la cuenca hidrográfica del río Po".

En el epígrafe de acciones, a continuación del anterior, se definen cuatro tipos de ellas referidos a la materia anterior:

- a) Renovación del cuadro normativo nacional y regional.
- b) Potenciación y recualificación de los servicios técnicos y científicos para la defensa del suelo estatal y regional.
- c) Terminación del sistema de planificación-Difusión del sistema de seguimiento-Construcción del mapa de riesgos.
- d) Nueva orientación programática de la política de defensa del suelo, a través fundamentalmente de la adopción de un sistema de intervención preventiva.

El Plan incluye un quinto tipo de acciones referidas a un riesgo hasta ese momento no analizado, el riesgo sísmico. Respecto a él se enuncian dos grupos de acciones. Una derivada de la Ley sobre la reducción del riesgo sísmico en lo que afecta, de un lado, a la formación o revisión del planeamiento urbanístico y, de otro, a los requisitos y directrices técnicas para la edificación existente y las nuevas construcciones. También en relación con dicha Ley se menciona la creación en el municipio de Rimini de una comisión mixta que ha desarrollado un proyecto experimental para la reducción del riesgo sísmico, el cual puede contribuir de manera importante, tanto en el plano empírico como conceptual, para el desarrollo del conocimiento y de las políticas sectoriales y planificación territorial en relación con la cuestión.

En el subsistema de defensa de la costa se señalan como principales problemas la erosión costera y la transgresión marina. La acción del mar se ve favorecida y activada por procesos tales como el desmantelamiento del sistema

dunar, el aumento de la subsidencia, la disminución de los aportes sólidos fluviales y las obras de infraestructura portuaria. En relación a estos procesos se señalan una serie de objetivos del Plan, que no hacen sino recoger a su vez los planteados en el Plan proyectual para la defensa de la costa adriática de la Emilia-Romagna. Tales objetivos son: contener el fenómeno de la subsidencia; contrarrestar la fuerte disminución del transporte sólido del río, y reducir la antropización y urbanización de la franja costera. En relación a ellos se apunta un conjunto de prestaciones (*prestazioni*) que se articulan en cinco líneas: mantenimiento y/o reconstrucción de la franja arenosa; mantenimiento y/o reconstrucción del sistema dunar en zonas de transgresión marina; reducción del nivel de explotación de las aguas subterráneas; disminución de la excavación de inertes de los álveos de los ríos; y plantear un turismo portuario que no altere los mecanismos de transporte de superficie y de fondo en la franja litoral costera. Finalmente, para facilitar la consecución de los objetivos y acciones propuestas se plantea el desarrollo de un sistema de información que sistematice e integre el proceso de seguimiento y control de los principales parámetros relevantes para la cuestión.

Como puede verse, el tratamiento de los riesgos en el Plan Territorial de la Emilia-Romagna se caracteriza fundamentalmente por su vinculación a la política ambiental. De hecho, aunque el término riesgo aparece en ocasiones, el marco conceptual se orienta claramente hacia el tratamiento de los problemas y recursos de los grandes sistemas ambientales. Ello explica, por ejemplo, el dificultoso encaje del riesgo sísmico en el esquema metodológico y propositivo. De cualquier manera, y a pesar de que el Plan no aporte gran cosa en el plano conceptual, el particular acercamiento al problema de la planificación territorial —entendida como comunicación interinstitucional— y las aportaciones a problemas concretos, muchos de ellos presentes en Andalucía, justifican su análisis como experiencia comparada.

### 5.2.5. La experiencia comparada española

Como es comprensible, en este repaso de la experiencia comparada no podía excluirse el análisis de la que se ha producido en nuestro país. Obviando lógicamente, por

170 conocidas, las referencias al marco institucional y administrativo en el que se mueve la ordenación del territorio en España, el análisis se centrará directamente en el análisis de la producción en esta materia que han desarrollado las comunidades autónomas, responsables de las competencias en urbanismo y ordenación del territorio en nuestra actual configuración institucional. Pero antes de ello, hay que reseñar que la Ley del Suelo, marco normativo básico y común para la ordenación y el planeamiento en nuestro país, no incluye entre su contenido la más mínima referencia a la materia aquí tratada.

Una gran mayoría de las comunidades autónomas han establecido, en desarrollo de sus competencias, leyes de ordenación del territorio que regulan el contenido y alcance de esta actividad pública en las mismas. Para este estudio, se han podido analizar once de ellas, que a continuación se detallan, y que prácticamente agotan toda la experiencia acumulada respecto a esta cuestión. Se trata de las leyes de Cataluña, Madrid, Navarra, Canarias, Islas Baleares, Cantabria, Asturias, País Vasco, Aragón, Murcia y Valencia.

Del examen de las mismas se deduce la escasa presencia de los riesgos como objeto explícito de ordenación territorial. Sólo tres de tales leyes autonómicas incluyen de forma explícita y directa el tratamiento de los riesgos y lo hacen además de una manera parcial o colateral. Son la Ley 6/1989 de Ordenación del Territorio de la Comunidad Valenciana, la Ley 4/1990 de Ordenación del Territorio del País Vasco y la Ley 4/1992 de Ordenación y Protección del Territorio de la Región de Murcia. La experiencia del País Vasco será analizada a través de su materialización en las Directrices Regionales, por lo que sólo haremos en este momento una referencia a las dos restantes.

Respecto al caso valenciano, los riesgos catastróficos aparecen entre los contenidos del Plan de Ordenación del Territorio, instrumento básico en la organización propuesta por la Ley. En concreto, aparece referenciado en el primer apartado dedicado a las determinaciones que ha de contener dicho Plan, englobado dentro del tratamiento general del medio físico, y reza así: "Estudio del medio físico, que deberá contener referencia a los ele-

mentos del paisaje natural, clasificación agrológica y estudio edafológico, inventario y localización de espacios naturales y pautas de conservación, señalamiento de áreas y zonas inundables, así como medidas a adoptar para su prevención, señalamiento de riquezas naturales y análisis de las condiciones climáticas, eólicas, marítimas y del medioambiente atmosférico". Ninguna otra referencia explícita aparece en la Ley en cuanto a este Plan ni respecto a las otras figuras de desarrollo del mismo.

En la Ley de Murcia, la referencia aparece en el contenido genérico de las directrices regionales, subregionales o comarcales, ya que el epígrafe séptimo señala que tales directrices habrán de contener una "evaluación de los riesgos actuales y futuros para los asentamientos humanos y actividades económicas". Asimismo, en relación a las directrices sectoriales, el epígrafe cuarto incluye la "evaluación de la actuación sectorial en relación con posibles riesgos del medio geofísico". Por tanto, estamos ante un tratamiento específico y generalizado, en cuanto a su presencia en la mayoría de las figuras de ordenación, de los riesgos, aunque limitados a los de carácter natural y con escasa concreción.

Con ello se agota la presencia de esta materia en los desarrollos legislativos de las comunidades autónomas. Su materialización en Planes corre pareja a tan escasa presencia y la experiencia en este campo es muy reducida. Sin poder asegurar que las dos experiencias que aquí se van a analizar constituyen las únicas que prestan una cierta atención a esta materia, sí creemos que representan los ejemplos más significativos de la misma.

#### a) *Directrices de Ordenación Territorial del País Vasco*

Las Directrices de Ordenación Territorial de la Comunidad Autónoma del País Vasco constituyen el instrumento de planificación central en esta materia en dicha comunidad. Su contenido y organización se ajusta a la Ley de Ordenación del Territorio de 1990 anteriormente mencionada. En este sentido, consta de siete capítulos, de los cuales el primero está dedicado a la introducción y el último a las Normas de Aplicación de las Directrices. Los cinco restantes son los que incluyen el contenido ordenador y se refieren a los siguientes aspectos: modelo

territorial; ordenación urbana y estructuración territorial; ordenación del medio físico; referencias para la ordenación territorial del sistema de equipamientos, y directrices de ordenación de las infraestructuras básicas. La organización interna de cada capítulo es distinta, de acuerdo a la naturaleza de cada ámbito temático, y dentro de ellos los riesgos no aparecen como una materia específica, sino que su tratamiento se distribuye entre algunos de tales capítulos.

La primera referencia aparece en el capítulo dedicado al modelo territorial. Este capítulo resume las grandes líneas del modelo territorial propuesto para la Unión Europea sintetizando, además, los contenidos básicos que después desarrollarán los capítulos sectoriales. En el apartado del modelo territorial del medio físico se definen unas categorías de ordenación (preservación estricta, regeneración y mejora, uso forestal a crear, etc.), entre las que al final aparecen tres ligadas a riesgos: áreas vulnerables a la contaminación de acuíferos; áreas erosionables o con riesgos de erosión, y áreas inundables. Todas estas categorías se definen brevemente, se señalan sus criterios generales y se remiten al capítulo de Medio Físico para su desarrollo.

Efectivamente, en ese capítulo, bajo el epígrafe de Condicionantes Superpuestos se tratan esas tres categorías. Reciben tal conceptualización porque operan superponiéndose a las Categorías de Ordenación, limitando no el uso sino la forma en que se puedan desarrollar sobre ellas determinadas actividades según el tipo de riesgo que presenta en cada caso. Las tres categorías reciben el mismo tratamiento conceptual: definición, criterio general y actividades aceptables. Para este último apartado, se utiliza una matriz de ordenación del medio físico, en la que se especifica la relación territorio-actividades para cada categoría de ordenación, señalándose, en la celda correspondiente, si la actividad en cuestión es a propiciar, admisible o prohibida. Puede también apuntarse como cuestión de interés la remisión en el apartado de inundaciones al Plan Integral de Prevención de Inundaciones, al que se le confiere el carácter de Plan Sectorial Territorial.

Posteriormente, dentro de ese mismo capítulo, y en el apartado Medidas de Acción Positivas, se incluye la elaboración de un Plan Territorial Sectorial de Prevención

de Riesgos Naturales, centrado en dos aspectos fundamentales: deslizamientos e inundaciones, de los que se señalan sus contenidos básicos. Asimismo, se plantea la redacción de un Plan Sectorial Territorial de Gestión de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

Algunos de estos aspectos vuelven a aparecer en el quinto capítulo dedicado a las infraestructuras. Concretamente, en el apartado referido al agua se vuelve a incidir en el tema de riesgos de inundaciones, señalándose como objetivo básico el conseguir la reducción de los riesgos potenciales de inundación. Además, aparece la propuesta de una nueva clase de plan, los Planes Hidrológicos de Cuenca, que de acuerdo al Plan Integral de Inundaciones, deberán definir y delimitar las franjas longitudinales correspondientes, estableciendo la normativa de usos que debe afectar a cada uno de ellas. Por último, en las infraestructuras de residuos sólidos hay unas directrices referidas a los residuos tóxicos y peligrosos, en las que se incluye el análisis de su problemática y las infraestructuras mínimas necesarias: las estaciones de transferencia, las plantas de tratamiento y los depósitos de seguridad. Asimismo, se establecen directrices sobre los suelos contaminados.

Como se desprende de todo lo analizado, a pesar de que los riesgos catastróficos no tienen un tratamiento singularizado como tal en las Directrices, sí aparecen tratados algunos de ellos en relación a otros aspectos sectoriales de una manera lo suficientemente amplia y detallada como para permitir aportar algunas referencias de interés para los objetivos de este estudio.

#### *b) Normas de Coordinación Metropolitana de la Comarca de l'Horta*

En este análisis de la experiencia comparada hemos considerado conveniente incluir un ejemplo referido a un ámbito subregional o comarcal. El valor del aquí elegido se basa en su potencial condición de elemento intermedio entre la ordenación territorial de la escala regional y el planeamiento urbanístico municipal. Como su Norma primera indica, su finalidad es la ordenación del territorio y la coordinación del planeamiento municipal en el ámbito territorial del Consell Metropolità de l'Horta. Hay que

#### EL TRATAMIENTO DE LAS INUNDACIONES EN EL ÁREA METROPOLITANA DE VALENCIA

El contenido propositivo referido a los riesgos de inundación en las Normas de Coordinación de la Comarca de L'Horta se desarrolla a través de seis de ellas. En la primera, (la 34) se definen los conceptos básicos utilizados: zonas inundables; zonas de riesgo grave; zonas de riesgo leve; vía de agua, y zonas de inundación estática. Estas definiciones vienen apoyadas por una representación cartográfica de las tres primeras. En la Norma 35, se remite al planeamiento municipal la obligación de acometer los estudios básicos para delimitar las dos últimas categorías, pudiendo asimismo precisar con mayor detalle las anteriores. La Norma siguiente plantea las responsabilidades del planeamiento municipal en orden a preservar las zonas de riesgo de inundación, para lo cual establecerán regímenes normativos particularizados, dependiendo del tipo de riesgo. Queda excluido en todo caso la posibilidad de edificación en "vías de agua". La Norma 37 especifica los usos de nueva ubicación prohibidos en zonas de riesgo grave: equipamientos y servicios que requieran de unas especiales garantías de funcionamiento en riesgos catastróficos; infraestructuras e instalaciones de abastecimiento básico; grandes centros de pública concurrencia; actividades calificadas como molestas, insalubres, nocivas y peligrosas, etc. En cuanto a las zonas de riesgo leve, la misma Norma permite usos de determinadas características, siempre mediante la aplicación de una normativa específica. Asimismo, en la Norma 38 se establecen los criterios urbanísticos y constructivos para las obras y edificaciones situadas en áreas de riesgo de inundación, especialmente los de riesgo grave. Por último, la Norma 39 remite a los órganos competentes la pormenorización y el desarrollo de las obras hidráulicas que se contienen en el ya referido plano de la Norma 34.

precisar que estas Normas no se inscriben dentro del sistema de ordenación del territorio definido por la Ley del 89 antes analizada —aunque podrán ser revisadas por Planes Territoriales de mayor escala—, sino que son el resultado del proceso de coordinación del planeamiento municipal que tenía lugar en el seno de la Corporación Administrativa Gran Valencia. Al extinguirse ésta, las Normas aquí analizadas cubren la función de establecer un marco general y común para la organización física de la comarca.

Las Normas de Coordinación abarcan un conjunto de once grandes ámbitos temáticos (conservación, potenciación y regeneración de los recursos naturales y el paisaje, infraestructuras básicas del transporte ferroviario metropolitano o equipamientos y servicios), entre los cuales el tercero se denomina Prevención y aminoración de riesgos, especialmente de inundación. Ello se materializa en la Sección tercera del Capítulo II, donde se trata en profundidad el riesgo de inundación, que en definitiva es el único riesgo explícitamente abordado en las Normas.

Tres aspectos deben destacarse de las mismas en lo que se refiere a su aportación a la experiencia comparada en cuanto al tratamiento de este tipo de riesgos en documentos de ordenación del territorio. La primera de ellas es un intento de precisar y matizar, conceptual y materialmente, la naturaleza del riesgo de inundación en su vertiente territorial. En efecto, las Normas no se detienen en la mera declaración de zona inundable sino que establecen áreas de gravedad o levedad del riesgo y plantean además la cartografía detallada del mismo, todo lo cual posibilita un mayor acercamiento y eficacia para las propuestas de ordenación e intervención territorial.

En segundo lugar, y de acuerdo con lo anterior, hay un amplio abanico de propuestas de intervención que superan la simple prohibición de actividades o usos. Se plantea toda una gradación de los mismos de acuerdo a las categorías de riesgos establecidas, incluyéndose además criterios urbanísticos y constructivos y una pormenorización de obras hidráulicas como parte del contenido propositivo de las Normas.

Finalmente, en tercer lugar, hay una clara remisión al planeamiento urbanístico municipal en lo que se refiere al desarrollo y detalle de las Normas, tanto respecto a la cartografía precisa de los riesgos, como al establecimiento de una normativa concreta y específica sobre las áreas sometidas a los diferentes niveles de riesgo de inundación.

Esa es, en definitiva, la orientación dada a los riesgos de inundación en las Normas de Coordinación Metropolitana de la Comarca de l'Horta. Su valor es mostrar cómo un instrumento de ordenación subregional puede abordar un riesgo catastrófico y, asimismo, cuál puede ser su papel respecto al planeamiento municipal. En un sistema integrado de planificación física y ordenación del territorio es también una referencia indirecta para los posibles contenidos de un plan territorial regional en relación a planes de escala inferior.

### 5.3. CONCLUSIONES SOBRE LA EXPERIENCIA COMPARADA

El análisis de la experiencia comparada en relación a los riesgos catastróficos ha mostrado claramente que éste no es un tema central en las políticas y planes de ordenación territorial. Ello aparece reflejado tanto en el escaso número de planes que abordan esta materia como en la dispersión metodológica y conceptual de su tratamiento. En relación al primer aspecto, los ejemplos analizados constituyen, prácticamente, los únicos donde se aporta un tratamiento mínimamente desarrollado entre los que se han podido analizar. En los restantes casos, como la experiencia alemana, el planteamiento es muy somero y generalmente se remiten a las normas y planes de carácter sectorial. Si a todos los anteriores se une el Plan Territorial Regional de Coordinación de la región del Véneto, con un tratamiento similar pero de menor alcance que el de Emilia-Romagna, puede decirse que con ello se agota el ámbito de la experiencia comparada en esta cuestión. El caso español es especialmente significativo, ya que se ha podido analizar toda la experiencia existente no sólo en materia de planificación sino también en las leyes marco que regulan el proceso de ordenación territorial, demostrando los escasos ejemplos que abordan la cuestión la escasa atención que se presta en nuestro país

al tema de los riesgos catastróficos dentro de la ordenación del territorio. En el extremo opuesto, quizás pueda señalarse el caso francés, donde la Ley de 22 de Julio de 1987, que introducía modificaciones en el Código de Urbanismo, obliga a los Esquemas Directores a la toma en consideración de los riesgos mayores de origen natural o tecnológico. Ello ha supuesto no tanto una amplia experiencia de planificación en la materia sino sobre todo una clara individualización y comprensión del acercamiento a la cuestión.

En efecto, sólo en el caso francés se advierte un tratamiento global de la cuestión, intentándose abordar los riesgos catastróficos como cuestión separada y en todos sus aspectos relevantes. En el resto de la experiencia comparada, esta materia, aunque pueda tener un tratamiento separado, no busca esa aproximación comprensiva. El aspecto que más se resiente de ello es el referido a los riesgos tecnológicos, que salvo en el caso francés y en algún apunte esporádico en las Directrices del País Vasco, apenas merecen la atención en los Planes de Ordenación del Territorio. Pero tampoco en lo relativo a los riesgos naturales el tratamiento es siempre global, ya que éste está muy en función del tipo de incardinación de esta materia dentro del ámbito temático general del sistema medioambiental, que es en el que normalmente se inserta. Ello supone, por ejemplo, que los riesgos de inundación a veces se traten separadamente en el capítulo dedicado al ciclo hidrográfico en vez de hacerlo conjuntamente con los restantes riesgos contemplados en el Plan.

Todo lo anterior nos lleva a una cuestión que queda, asimismo, bastante patente al analizar la experiencia comparada. Se trata de la inexistencia de una organización conceptual mínimamente amplia de la cuestión y que tenga un uso relativamente generalizado. Excepto en el caso del *Master Plan for California* —que, no lo olvidemos, es más un plan sectorial—, donde aparecen perfectamente delimitados y definidos los diferentes tipos de riesgos geológicos, en las restantes experiencias las aproximaciones tienen un carácter más bien pragmático o empírico, puesto que los riesgos planteados lo son en función de su manifestación evidente como problema de planificación, y no en base a un marco conceptual donde cada riesgo es definido y evaluado en su impacto concreto. Ello hace, por otro lado,

174 que no siempre aparezcan conceptuados como riesgos catastróficos sino como simples riesgos o peligros naturales, como parte de una política de defensa de los recursos medioambientales o como referencia singularizada al problema en concreto o a las áreas con el problema —no se habla de riesgos sino de inundaciones o de áreas vulnerables a la contaminación de acuíferos—.

Pasando a lo que es ya el contenido concreto de los Planes, las diferentes escalas e incluso objetivos de los mismos obliga en cada caso a matizar sus aportaciones. En lo que se refiere a la definición y delimitación de los riesgos analizados, salvando las carencias de base antes señaladas, se observa un esfuerzo mayoritario en ese sentido por tratar de deslindar los contenidos y alcance del problema. Lógicamente, al ser una materia relativamente novedosa en relación a la ordenación del territorio, este esfuerzo es comparativamente mayor que en otros aspectos de la misma y cobra un especial interés para los planes de superior rango, que deben conceptualizar el problema en términos que sean después asumibles por los restantes instrumentos de ordenación.

Respecto a los contenidos de información o diagnóstico, el material analizado no incluye un volumen significativo dedicado a los riesgos. Generalmente, la presentación de los hechos es somera, haciéndose sobre todo hincapié en un tipo de diagnóstico de tipo cualitativo que refleje la relevancia del problema a tratar. De nuevo, aquí, la clara excepción lo constituye el *Master Plan for California*, que hace un esfuerzo general por plantear, bajo un esquema común, el estado de la cuestión en cada uno de los riesgos. Como es comprensible, no puede saberse si algunos de los planes analizados tienen como base informes específicos sobre la cuestión —que lógicamente después no aparecen en el documento final—, pero en cualquier caso resulta aparentemente insuficiente el tratamiento informativo o de diagnóstico que finalmente se plantea en los documentos de planificación.

Como parte distintiva y sustancial de la información y el diagnóstico, y también de la propuesta, la cartografía merece un comentario aparte. No es tampoco muy abundante en los planes analizados, pero sí ofrecen algunos ejemplos dignos de reseñar. Para grandes ámbitos sólo el Plan

de California presenta una cartografía de pequeña escala (1:1.000.000) para representar a grandes rasgos la distribución de los fenómenos a la vez que propone una malla rectangular para cubrir todo el territorio y detectar las zonas de mayor potencial de peligro o puntos prioritarios. Se trata, por tanto, de una cartografía descriptiva y a la vez como instrumento para la toma de decisiones.

Un ejemplo integrado de utilización del recurso lo da el Plan de Trento, aunque hay que señalar que se refiere a un ámbito de mucha menor dimensión. A 1:250.000 se dibujan los perímetros esquemáticos de los ámbitos con riesgos, a 1:25.000 las áreas de riesgo dentro del conjunto del sistema ambiental y a 1:10.000 ó 20.000, sobre base topográfica, se presentan en detalle las zonas afectadas por los distintos tipos de riesgo. No se trata de un ejemplo válido para una región de la extensión de Andalucía, pero sí puede servir como elemento de referencia para desarrollos en planes de inferior rango. Otro ejemplo diferente lo constituye el Esquema Director de Lyon, que presenta una cartografía esquemática a escala 1:50.000, donde se representa sintéticamente la información relevante sobre la cuestión. Una característica de este Plan, y de otros como el de la comarca de L'Horta, es la remisión a planes de inferior rango para el desarrollo detallado de la cuestión o incluso para la formación *ex novo* de la cartografía del riesgo, vinculándola ya a niveles no sólo informativos sino también propositivos (delimitación de las áreas de riesgo grave de inundación donde se restringen fuertemente las posibilidades constructivas).

Para finalizar, el análisis de los contenidos propositivos de los Planes arroja una gran variedad de opciones, dependiendo de la orientación y características de los mismos. En términos generales, no suelen utilizarse normas de estricto cumplimiento como instrumentos de la propuesta, aunque sí suelen establecerse obligaciones e instrucciones para los planes de inferior rango como ya hemos visto con la cartografía. En este sentido, los planes subregionales y, sobre todo, los planes urbanísticos aparecen como los instrumentos sobre los que en última instancia descansa la tarea reguladora. A los planes de ordenación del territorio de escala regional les suele corresponder una tarea de carácter más estratégico o de orientación general. Así, la parte propositiva se materializa en elementos

más flexibles como objetivos, recomendaciones, estrategias, directrices, etc. que establecen las políticas a seguir de una manera relativamente abierta y menos impositiva.

Además de ello, muchos planes también contienen lo que en las Directrices del País Vasco se denomina medidas de acción positivas. Entre ellas, se pueden señalar los programas para la profundización del conocimiento de los riesgos en cuestión, el señalamiento de determinadas obras de carácter infraestructural para la prevención de riesgos o el establecimiento de políticas específicas para afrontar los mismos. En relación a esto último, un tipo de contenido propositivo muy extendido es la remisión a planes sectoriales territoriales que han de contemplar el tratamiento en detalle del riesgo o los riesgos en su conjunto.

Finalmente, un contenido a mitad de camino entre lo informativo y lo propositivo lo constituye el ámbito referido a la coordinación institucional. En efecto, la materia aquí tratada tiene un fuerte componente sectorial tanto por la propia variedad interna de los riesgos en sí como por la multiplicidad de procesos, factores y consecuencias de los mismos, lo que hace que haya multitud de normas, organismos e instituciones que actúan en este campo. En ese sentido, para varios planes de ordenación territorial es importante establecer un marco de coordinación de la cuestión, que puede ir desde la mera identificación de las normas, políticas y agentes implicados hasta el diseño y asignación de programas y tareas a éstos, en lo que se refiere lógicamente a la dimensión territorial de la que es responsable el Plan.



## **6. CONCLUSIONES GENERALES Y PROPUESTAS DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO**



## 6.1. CONCLUSIONES

No podemos terminar el análisis sobre los riesgos catastróficos en Andalucía sin realizar un intento de valoración global de los mismos y de sus impactos sobre el territorio andaluz. La tarea no resulta fácil dadas las especificidades y peculiaridades que cada riesgo presenta, lo que dificulta la comparación entre ellos en términos de igualdad. A pesar de ello, vamos a abordarla partiendo de la presunción de que la magnitud de los impactos generados por los distintos riesgos viene determinada por tres características básicas de los mismos: su intensidad, su frecuencia y, en menor medida, su extensión espacial.

Una elevada intensidad determina un importante volumen de impactos durante el acaecimiento del desastre; por su parte, la frecuencia multiplica estos impactos tanto más cuanto más alta sea. Es obvio que las mayores peligrosidades se derivarían de la asociación de una elevada intensidad con una alta frecuencia, pero, afortunadamente, estas dos características suelen presentar niveles contrapuestos, de forma tal que las elevadas intensidades suelen venir asociadas a bajas frecuencias y viceversa. En este caso, lo difícil es establecer cuál de ambos caracteres resulta más temible. Llevando la situación al extremo, podríamos preguntarnos si para Andalucía resulta más temible y perjudicial un riesgo como el tsunami, cuya frecuencia es extraordinariamente reducida pero cuyos impactos en caso de acaecimiento podrían llegar a ser brutales (sería probablemente la situación más próxima al *big one* californiano de que disponemos en nuestra región), o bien una como los suelos expansivos, de frecuencia elevadísima —hasta el punto de ser calificado en ocasiones como una condición peligrosa más que como un riesgo propiamente dicho—, pero de una intensidad muy reducida.

Probablemente, son características de orden psicológico o temperamental las que determinarán en cada caso la respuesta a favor de un tipo de situación u otra, y es difícil imaginar qué resultado arrojaría una encuesta realizada con este propósito entre el conjunto de la población andaluza. Pero parece razonable pensar que en ninguno de los dos casos estamos ante los desastres más impactantes de la región. Estos habrían de encontrarse entre aquellos que se sitúan en la zona intermedia entre los arriba men-

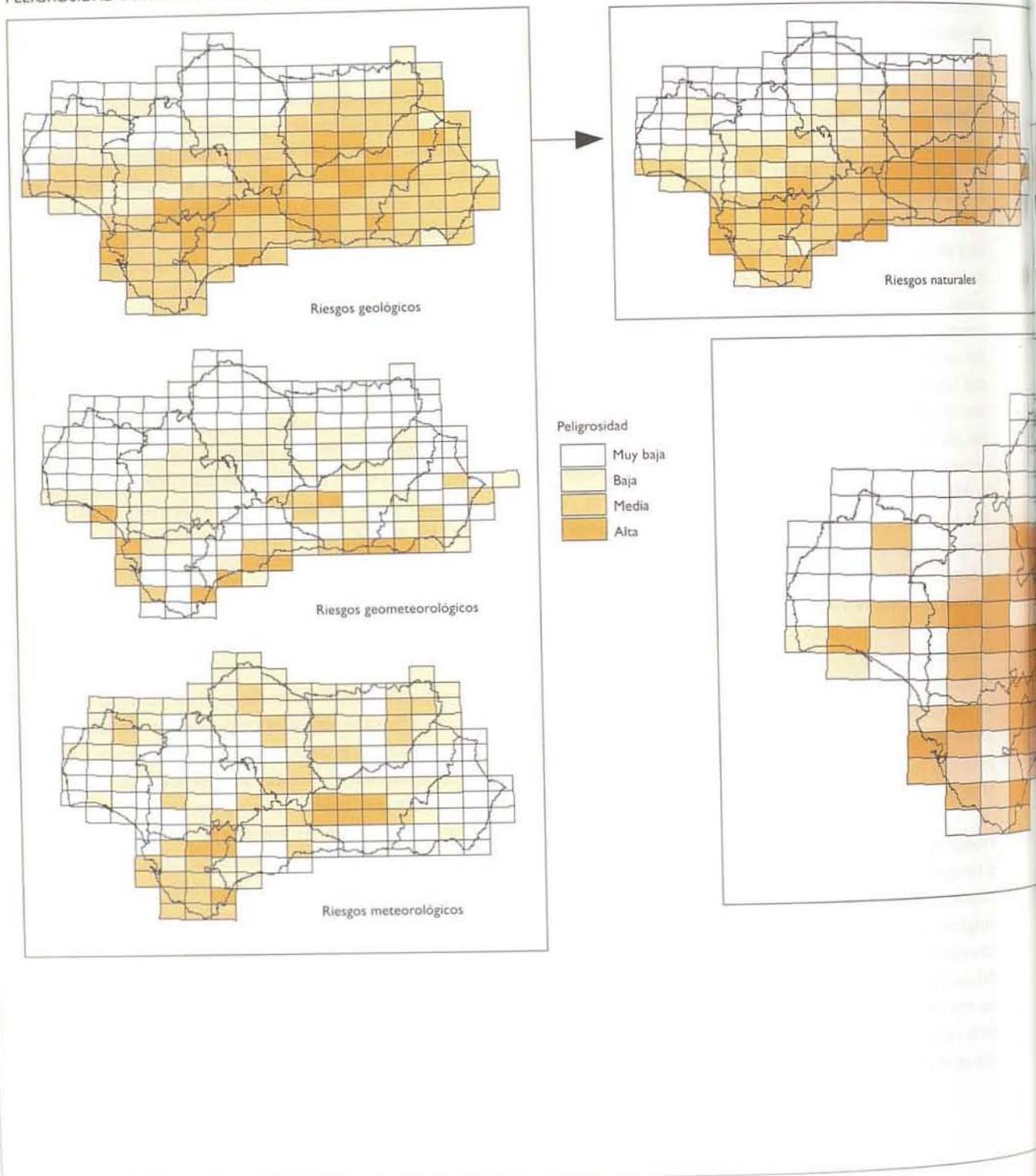
cionados y que combinan simultáneamente niveles de intensidad y frecuencia relativamente importantes. 179

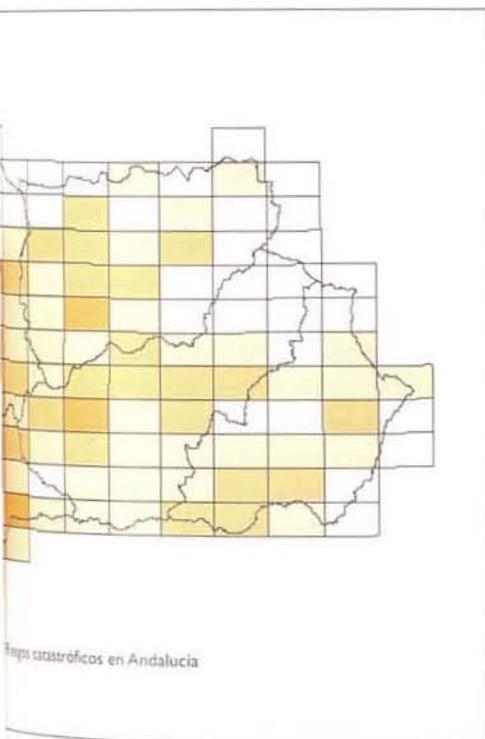
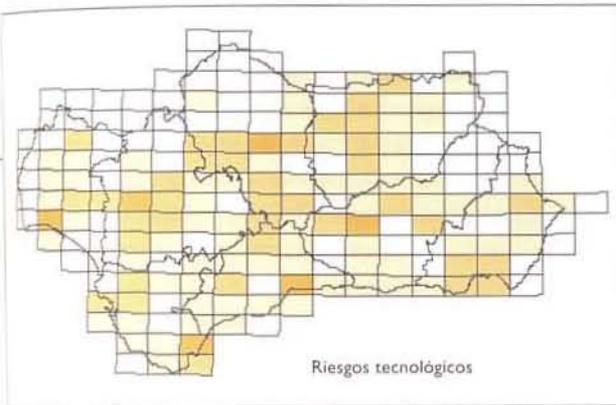
Las inundaciones y los seísmos pertenecen a esta categoría, y pensamos que pueden catalogarse como dos de los riesgos más peligrosos e impactantes de la región. En el caso de las inundaciones, la intensidad es lo suficientemente elevada como para generar impactos brutales que incluyen víctimas humanas, destrozos irreparables en infraestructuras y viviendas, y pérdidas económicas enormes que afectan a todos los sectores de la economía. Pero, sobre todo, hay que destacar la alta frecuencia con que se producen estos impactos, siendo ella la que otorga a las inundaciones el carácter de riesgo más relevante de la región. En los seísmos, la frecuencia es bastante más baja —al menos por lo que se refiere a seísmos de fuerte magnitud— pero sus impactos potenciales son tan destructivos que los convierten en igualmente impactantes y temidos.

Probablemente, a continuación de estos dos tipos de eventos habría que situar a la sequía, que, aunque no genera impactos tan brutales como en los casos anteriores (no genera pérdidas de vidas humanas, por ejemplo), presenta una frecuencia tan elevada, unida a una extensión espacial tan amplia (toda la región en la mayoría de los casos), que exige enormes esfuerzos por parte de la sociedad para luchar contra ella, y la dota de un protagonismo muy similar al que cabe atribuir a los seísmos y las inundaciones.

Ya a considerable distancia de estos desastres podemos situar a fenómenos tales como los movimientos de laderas, los suelos expansivos, la erosión costera o los incendios forestales. En los dos primeros casos, se trata de fenómenos que constituyen serias limitaciones para la acción antrópica en las zonas a las que afectan, exigiendo adecuadas medidas de ordenación del territorio y fuertes inversiones para evitar sus impactos, los cuales, por otro lado, sin llegar a ser demasiado brutales, sí acumulan pérdidas económicas considerables. El carácter impactante de la erosión costera se deriva, sobre todo, de la intensa presión que el hombre ejerce sobre el litoral, la cual no sólo exacerba la peligrosidad asociada a los temporales, sino que además incrementa el valor de los daños generados por ellos. En cuanto a los incendios forestales, ca-

FIGURA 6.1.  
PELIGROSIDAD POR RIESGOS CATASTRÓFICOS EN ANDALUCÍA





La elaboración de los mapas de esta figura resulta de la acumulación, sobre cada una de las cuadrículas, de la peligrosidad derivada de los distintos riesgos considerados. Para obtenerla, en primer lugar, hemos procedido a homogeneizar todos los mapas de peligrosidad presentes en el estudio con arreglo al formato dominante. Dicho formato consiste en la atribución de las peligrosidades por cuadrículas correspondientes a las hojas del Mapa Topográfico Nacional 1:50.000 y con el establecimiento de cuatro diferentes niveles de peligrosidad: nula, baja, media y alta. A continuación, en cada cuadrícula de cada una de los mapas se ha obtenido la peligrosidad acumulada mediante la expresión:

$$PAC = \frac{CB + 2CM + 3CA}{CN + CB + CM + CA}$$

donde:

- PAC= peligrosidad acumulada
- CB= número de cuadrículas con peligrosidad baja
- CM= número de cuadrículas con peligrosidad media
- CA= número de cuadrículas con peligrosidad alta
- CN= número de cuadrículas con peligrosidad nula

Ello supone la obtención para cada cuadrícula de una media ponderada de los valores de peligrosidad obtenidos en cada uno de los riesgos individuales y asignando un factor ponderador de 0 a las cuadrículas con peligrosidad nula, de 1 a las de peligrosidad baja, de 2 a las cuadrículas de peligrosidad media y de 3 a aquellas que presentan una peligrosidad alta. El resultado final es un valor que puede oscilar entre 0 (peligrosidad nula) y 3 (peligrosidad máxima), aunque en la realidad estos valores extremos nunca se registran; los valores encontrados son intermedios entre ambos, y con ellos se ha procedido a su vez a una clasificación para cada mapa en cuatro grupos correspondientes a valores de peligrosidad muy baja, baja, media y alta.

El mapa de peligrosidad por riesgos geológicos se ha realizado mediante la acumulación de las peligrosidades correspondientes a los seísmos, los tsunamis, las fallas activas, los movimientos de laderas, los suelos expansivos, los riesgos asociados al karst y las subsidencias de origen antrópico. En la elaboración del mapa de los riesgos geometeorológicos han intervenido los aludes, las inundaciones y los fenómenos de erosión costera. Para la obtención de la peligrosidad por riesgos meteorológicos se ha acumulado la peligrosidad asociada a la sequía, el granizo, los vientos violentos, la heladas, los episodios prolongados de contaminación atmosférica y los incendios forestales. Con la acumulación de estos tres grandes se ha elaborado el mapa de peligrosidad derivada de riesgos naturales. Por su parte, la peligrosidad por riesgos tecnológicos se ha obtenido al acumular la incidencia de las instalaciones industriales y el transporte de mercancías peligrosas, tanto por carretera como por ferrocarril. Por último, de la unión de los riesgos naturales y los tecnológicos ha surgido el mapa correspondiente a la peligrosidad por riesgos catastróficos en Andalucía.

**182** be destacar como agravantes de su condición peligrosa, su elevada frecuencia y su incidencia en un medio ecológicamente muy frágil, lo cual multiplica y diversifica sus impactos (pérdida de biodiversidad, erosión de suelos, incremento de los arrastres durante las avenidas, etc.).

Los restantes desastres configuran ya niveles de riesgo muy inferiores a los mencionados hasta ahora, bien por su escasa frecuencia (los tsunamis), bien por su baja intensidad (los episodios de contaminación atmosférica), bien por su reducida extensión espacial (los aludes), bien por la confluencia de todos estos componentes, que es lo que suele suceder en los desastres no mencionados hasta ahora.

Por último, no podemos dejar de mencionar los desastres tecnológicos, los cuales merecen una consideración independiente por sus propias peculiaridades. Entre ellos, conviene destacar la elevada intensidad que caracteriza en general a sus impactos, los cuales suelen ser enormemente dañinos para la vida y la salud humanas. También es destacable su bajísima frecuencia, la cual, en el límite, podría y debería reducirse hasta convertirse en nula si tenemos en cuenta que en estos fenómenos la responsabilidad humana es total, no existiendo en absoluto participación natural en ellos. En tercer lugar, merece destacarse el hecho de que se trata de desastres perfectamente localizados en el espacio, lo cual facilita el establecimiento de medidas de protección frente a ellos. Cuando estas medidas resultan de una hábil combinación entre las asociadas a la ordenación del territorio y las de carácter tecnológico, encaminadas a incrementar la seguridad de las instalaciones y transportes peligrosos, pueden llegar a ser muy eficaces y a minimizar mucho el riesgo.

Pasando a la valoración global de las áreas afectadas por los desastres, cabe destacar como primer hecho relevante, la disimetría existente entre la zona septentrional, relativamente libre de su azote, y la zona meridional, especialmente en su sector suroriental, que registra unos niveles de peligrosidad muy elevados (figura 6.1).

Los riesgos geológicos son los primeros en mostrar ese claro patrón de comportamiento que dividiría a la región en dos triángulos separados por una línea imaginaria que

pasaría por el norte de la provincia de Jaén y el sur de las de Córdoba, Sevilla y Huelva. En el triángulo septentrional, la peligrosidad asociada a este tipo de riesgos es mínima, configurándose sólo una pequeña franja de peligrosidad media en el valle del Guadalquivir por la intervención de los movimientos de laderas y las arcillas expansivas. Por el contrario, en el triángulo sur y oriental los niveles de peligrosidad son muy elevados siempre, destacando una gran diagonal suroeste-nordeste, que se sitúa en el eje de las cadenas Béticas y que registra peligrosidades muy altas debido a la intervención conjunta de un fuerte riesgo sísmico, riesgos asociados al Karst, presencia de fallas activas y abundantes movimientos de laderas.

Los riesgos geometeorológicos consagran esta diferenciación norte-sur, si bien ahora en el triángulo sur destacan los altos niveles de peligrosidad asociados a la banda litoral, en la que confluyen la peligrosidad derivada de la erosión costera y altos niveles de riesgo de inundación en los tramos finales de los cursos fluviales. Es también el riesgo de inundación el que otorga niveles medios de peligrosidad a toda el área situada en torno al río Guadalquivir y sus principales tributarios, y el que dibuja la mancha de fuerte peligrosidad asociada al río Genil, en la provincia de Granada. En esta última, conviene destacar además la presencia del riesgo de aludes en Sierra Nevada, que acaba configurando una mancha de alta peligrosidad en la cuadrícula correspondiente a dicho espacio.

Los riesgos meteorológicos son los más dispersos en el espacio y, en ellos ya la zona norte de la región aparece asociada a ciertos niveles de peligrosidad, si bien las máximas peligrosidades siguen ubicadas en las cadenas Béticas. En el origen de esta dispersión figuran, por un lado, la propia dispersión que caracteriza a algunos de estos riesgos, como los incendios forestales, que aparecen allá donde hay zonas boscosas importantes, o la contaminación atmosférica, que surge asociada a los grandes focos de emisión de contaminantes, o la propia sequía, que es prácticamente ubicua en la región aunque con distintos niveles de peligrosidad. Los restantes riesgos de este bloque privilegian en general las zonas elevadas (heladas, granizo, vientos violentos) y en algunos casos, como en el viento, también las zonas costeras. El resultado de todo ello es una peligrosidad dispersa por todo el espacio

andaluz, pero con niveles especialmente fuertes en las áreas más elevadas, lo que consagra de nuevo a las cadenas Béticas como las protagonistas de los riesgos meteorológicos.

La consideración conjunta de todos los riesgos naturales en el espacio andaluz arroja unos resultados que no son en absoluto sorprendentes, puesto que de nuevo consagra al triángulo suroriental de la región como el ámbito de mayor peligrosidad de la misma, esencialmente en los enclaves más elevados de las cadenas Béticas y en algunos de sus tramos costeros. Por su parte, el triángulo noroccidental permanece casi completamente libre de estas amenazas, salvo en algunos tramos coincidentes con el valle del Guadalquivir y las áreas litorales de la provincia de Huelva. Esta provincia, junto con las de Córdoba y Sevilla, resultan ser así las menos amenazadas, seguidas de las de Huelva y Jaén. En el otro extremo, se sitúan las de Cádiz, Málaga y, sobre todo, Granada, que registran niveles de peligrosidad muy elevados como consecuencia de la intervención de los riesgos naturales.

Los riesgos tecnológicos, como era esperable, traducen con bastante fidelidad los grandes trazos de la huella antrópica sobre el territorio, esencialmente las ciudades, las instalaciones industriales y los grandes ejes de comunicación. Las grandes ciudades son en general los enclaves más afectados ya que en ellas se sitúan la mayoría de las instalaciones industriales de la región y los grandes nodos dibujados por los ejes de comunicación viarios y ferroviarios (figura 6.1).

La superposición sobre el espacio andaluz de los riesgos naturales y tecnológicos arroja los resultados que se plasman en la figura 6.1, la cual expresa de manera sintética la peligrosidad derivada del conjunto de los riesgos catastróficos en Andalucía. Su trazado repite figuras que nos resultan ya familiares, como la disimetría norte-sur de la región, a favor de aquella y en detrimento de ésta, o las fuertes cargas de peligrosidad que se registran en el eje de las cadenas Béticas, las posiciones costeras y el valle del Guadalquivir. A su vez, dentro de estas áreas son las grandes ciudades e instalaciones industriales las que dibujan los puntos de máxima peligrosidad por la combinación en ellos de amenazas tanto naturales como tecnológicas.

En todas estas áreas deberían extremarse las medidas de lucha contra los riesgos catastróficos, especialmente las de carácter preventivo y, entre ellas, las asociadas a la ordenación territorial, dado que es aquí donde encontrarían su máxima eficacia por presentar las mejores relaciones coste-beneficio de toda la región.

Esbozadas parcialmente en el capítulo cuarto, se sintetizan a continuación las conclusiones más relevantes en relación con las medidas de lucha frente a los riesgos de naturaleza catastrófica en Andalucía.

Respecto a las medidas preventivas pueden realizarse las siguientes consideraciones:

- Existe, en términos generales, una primacía de aquellas medidas que han sido definidas como estructurales, lo que se deriva de un enfoque tecnocrático propio de una sociedad industrial desarrollada. Este hecho es evidente tanto en el campo de los riesgos naturales (embalses, muros, escolleras), como en el de los tecnológicos (elevación de chimeneas industriales, depósito y almacenaje especiales, etc.).

- A pesar de ello, y quizá como fruto de nuevos enfoques de corte ambientalista, debe señalarse una tendencia a la instauración de otro tipo de medidas de prevención, vinculadas, en el caso de los riesgos naturales, a ejercicios de planificación del medio físico (políticas forestales e hidrológicas), y, en el caso de los riesgos tecnológicos, a mejoras de los procesos productivos (reciclaje, depuración).

- Es en este último punto, así como en las llamadas medidas preventivas de vigilancia, donde se están llevando a cabo las máximas aportaciones desde el punto de vista científico-tecnológico. Efectivamente, las redes de vigilancia analizadas cuentan con importantísimos recursos tecnológicos (teledetección, telecomunicaciones), si bien hay que decir que su aprovechamiento óptimo dependerá de la adecuada formación y experiencia por parte de sus responsables, y de su adecuada integración en el esquema organizativo de las acciones paliativas (avisos, evacuaciones).

Por lo que se refiere a las medidas de carácter paliativo, no cabe duda que, como se pone de manifiesto en cada situación de crisis, es necesaria una unificación y/o coor-

**184** dinación de los agentes y recursos disponibles, idea sobre la que se insistirá más adelante.

Menos tratadas han sido las medidas de reconstrucción y compensación, aunque ya se ha apuntado la importancia que tienen las mismas, sobre todo en el ámbito de los riesgos naturales. También se ha insistido en que esta importancia, se vincula estrechamente a una actitud negativamente compensadora, en el sentido de que se cubren los daños que no han sabido evitarse mediante otro tipo de medidas. Quizás la apuesta por este otro tipo de medidas tienda, en parte, a liberar a la administración de estas cargas, abriéndose entonces un campo para el seguro privado que hasta el momento sólo ha participado parcialmente en este sector:

En cualquier caso, como ya se vio en el capítulo mencionado, las medidas de lucha encierran una enorme gama de posibilidades que a su vez se dispersa a través de múltiples niveles y ámbitos competenciales. Esta situación es aplicable a la mayoría de los riesgos específicos que se han tratado, y no cabe duda que de la misma se deriva una falta de optimización de estas acciones. Aunque un análisis pormenorizado de cada uno de los riesgos es ineludible a la hora de abordar una mejora de la eficacia de las medidas a aplicar, no cabe plantear aquí ese trabajo, sin duda extenso. En su lugar se apuntarán algunas ideas generales, estimadas de interés y aplicables en la mayoría de los casos.

Así, debe señalarse la existencia de dos pilares básicos sobre los que se basa, en parte, la superación de este estado de dispersión manifiesto, y sobre los que podrían aglutinarse la mayoría de los aspectos vinculados a la gestión de riesgos.

Por un lado, parece evidente la necesidad de definir y establecer con claridad las competencias, funciones y recursos de un organismo para la gestión de la protección civil que asuma, sin ambigüedad, las principales tareas en materia de seguridad frente a la ocurrencia de fenómenos catastróficos. Los principales instrumentos a manejar por este organismo deben ser los Planes de Emergencias para cada riesgo que se considere, donde quedarán especificados sobre todo, los agentes, medios y procedimientos fundamentales para hacer frente al acaecimiento de desastres.

Por otro lado, cabe referirse a la importancia que un instrumento como la ordenación territorial en sus múltiples ámbitos, tiene en un campo como el de los riesgos. En este sentido, ya se ha apuntado la escasa atención que hasta el presente ha merecido dicha problemática en los diversos niveles de la planificación territorial en España. Si al igual que en la actualidad se ha conseguido incluir la consideración de la problemática ambiental en la esfera del planeamiento urbanístico (evaluaciones de impacto), no cabe duda de que una fórmula similar para el caso de los riesgos contribuiría, en buena medida, a reducir su incidencia en la sociedad andaluza. Este mismo planteamiento cabe hacerlo para todas aquellas políticas sectoriales que afecten de alguna manera a cualquiera de los componentes del riesgo (planes hidrológicos, de infraestructuras, industriales).

En ambos casos hay que volver a insistir en un punto, ya comentado en su momento, referido a la existencia de un grave déficit de información y documentación cartográfica sobre la temática de riesgos en su conjunto. Este hecho condicionaría en gran medida el desarrollo efectivo de estos esfuerzos, al limitar ampliamente nuestro conocimiento de la realidad de estos fenómenos. Este hecho es evidente tanto a la hora de planificar y organizar los medios de lucha contra los mismos, lo que se pone de manifiesto en la demanda de zonificación por parte de todos los Planes de Emergencia, como a la de hacer compatibles con una determinada situación de riesgo la ejecución de otras acciones con incidencia directa sobre el territorio.

## 6.2. PROPUESTAS DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

### 6.2.1. Principios generales de partida

Entre las características más significativas que diferencian las sociedades desarrolladas de las que no lo son se encuentra el hecho, aparentemente fortuito, de que estas últimas padecen de forma mucho más frecuente y virulenta tanto las catástrofes producidas por las fuerzas de la naturaleza como por las derivadas de las actividades humanas. Sin embargo, cualquier observador mínimamente atento no tendría ninguna dificultad en explicar que tales diferen-

cias, lejos de ser azarosas, responden a todo un conjunto de normas, sistemas y mecanismos de protección, obras de ingeniería, medidas de planificación, etc. que trabajan en la dirección de evitar o amortiguar los efectos de las catástrofes de origen natural o tecnológico que invariablemente tienden a presentarse en cualquier sociedad humana. Debe concluirse, por tanto, que uno de los elementos que mejor pueden caracterizar a una sociedad desarrollada es la capacidad de ésta para eliminar o atenuar las consecuencias negativas de procesos naturales o humanos de naturaleza catastrófica; esto es, dicho en otras palabras —en los términos utilizados por la Carta de Francia— en la capacidad de ofrecer a los ciudadanos seguridad, entendido este concepto como “la protección de su integridad física y moral, de sus bienes, de las infraestructuras y de su entorno cotidiano”.

Para conseguir ese objetivo deben aunarse, como ya se ha mencionado, iniciativas y medidas de diversa naturaleza y contenido, estando entre ellas, lógicamente, las incluidas dentro de los diferentes procesos de planificación física y ordenación del territorio. Así lo entiende, por ejemplo, la Ley 1/1994 de Ordenación del Territorio de la comunidad autónoma de Andalucía, que en lo referente a los Planes de Ordenación del Territorio incluye los riesgos catastróficos como contenido explícito de los mismos, concretamente en su artículo séptimo, punto “f”, donde se establece que habrán de indicarse “las zonas con riesgos catastróficos” y definirse “los criterios territoriales de actuación para la prevención de los mismos”.

Ahora bien, sentada la importancia de la ordenación del territorio y la planificación física en el proceso de prevención de riesgos de naturaleza catastrófica, debe precisarse el alcance de la vinculación entre ambas dimensiones. En ese sentido, hay que comenzar señalando algo que parece obvio, cual es el hecho de que la primera dimensión nunca puede asumir la responsabilidad —ni tener la pretensión— de constituirse en el eje central sobre el que gire la política de prevención de riesgos. Esta última cada vez tiene con mayor claridad un evidente contenido sectorial, tanto en lo que se refiere a su desarrollo normativo como en cuanto a la responsabilidad administrativa y organización institucional y de medios. Dentro de esta orientación dominante, el papel de la planificación física y la ordenación del territorio debe ser el de instrumento

de apoyo en aquellos aspectos, básicamente preventivos, en los que la dimensión territorial de los riesgos sea una variable fundamental de los mismos.

Por otro lado, y en parte como consecuencia de lo anterior, los riesgos no constituyen hasta el momento un tema central de los contenidos de los planes y políticas de ordenación del territorio. Para convencerse de ello sólo basta con examinar la experiencia comparada, tal como se hace en el capítulo quinto de este trabajo. Dicha experiencia muestra que todavía son una minoría los planes en los que explícitamente se trata el tema de los riesgos como materia de ordenación del territorio, oscilando su alcance desde un extremo que bien pueden representar los planes alemanes, donde simplemente hay una remisión a los planes sectoriales existentes al respecto, hasta el otro extremo, el caso francés, donde las modificaciones introducidas en el Código de Urbanismo hacen obligatorio el tratamiento de los riesgos en los Esquemas Directores.

Si nos centramos en el caso español, ninguna norma de rango estatal contempla el tratamiento de los riesgos en la planificación urbana y la ordenación del territorio. Por su parte, las comunidades autónomas, que tienen atribuidas dentro de nuestro sistema constitucional las competencias en materia de ordenación del territorio, tampoco en su gran mayoría han prestado excesiva atención a este tema en los marcos legislativos generales que han planteado para el desarrollo de tales competencias. Sólo las de Valencia, Murcia y País Vasco, aparte de la andaluza, incluyen referencias explícitas y directas al tratamiento de los riesgos en sus respectivas leyes autonómicas y lo hacen además de una manera parcial y colateral. Lógicamente, la atención a esta materia en los planes de ordenación del territorio corre pareja con dicha escasa presencia, siendo excepciones los planes de ordenación del territorio hasta ahora formulados que abordan esta cuestión, sobre todo a escala regional.

Puede decirse, en consecuencia, que hasta el momento los riesgos catastróficos no constituyen una materia claramente percibida como contenido necesario de las políticas y planes de ordenación territorial. En función de este hecho, el alcance y la dimensión que en el caso andaluz le otorga a esta materia la Ley de Ordenación del Terri-

186 torio constituye una apuesta ambiciosa y arriesgada. Probablemente, atendiendo a la experiencia comparada y al cada vez mayor asentamiento de la política sectorial de prevención de riesgos, lo más cómodo para las políticas de ordenación del territorio sería obviar el tratamiento de esta materia y remitir a dichas políticas sectoriales como único instrumento para abordar las mismas, declinando así responsabilidades directas en una cuestión tan delicada, compleja y heterogénea como ésta.

Sin embargo, la evidente dimensión territorial que tienen muchos de estos riesgos y el carácter de la ordenación del territorio como instrumento de coordinación y cooperación justifican claramente la necesidad y oportunidad de abordar esta materia desde dicho ámbito de intervención pública. Ello, en cualquier caso, sin perder de vista el correcto alcance de su papel, que no debe ser el de pretender sustituir o convertirse en el elemento de referencia para las políticas sectoriales sobre la cuestión. En definitiva, su condición de instrumento de apoyo debe plasmarse en limitar su tratamiento del tema a aquellos aspectos donde la dimensión territorial sea relevante para su correcto manejo, aportando los criterios de esa naturaleza que sean precisos y sirviendo como elemento de comunicación entre los diferentes agentes que intervienen o son responsables sobre materias y territorios específicos.

### 6.2.2. Bases metodológicas y conceptuales

Como se señalaba en el capítulo introductorio, la investigación científica sobre los riesgos tiene una consolidada tradición, que en el caso de los riesgos naturales abarca ya cuatro décadas. Ello supone un nivel de reflexión, conceptualización y conocimiento empírico importante que proporciona un marco relativamente suficiente y científicamente sólido para su tratamiento. En lo que se refiere a los riesgos tecnológicos, debido en parte al interés más tardío y en parte a la mayor complejidad y diversidad de los procesos, el desarrollo teórico y conceptual está menos consolidado, de tal manera que no existe todavía un *corpus* de conocimientos tan estructurado y amplio como el que ya se posee en relación a los riesgos naturales.

Partiendo de este hecho, es necesario acotar el campo de lo que se considera en este trabajo riesgo catastrófico. En primer lugar, para que el riesgo alcance esa condición debe tener un carácter extremo, es decir que el fenómeno natural o tecnológico se presente en forma extraordinaria bien por las dimensiones del mismo, bien por su acaecimiento excepcional en el tiempo. De esta manera, quedan excluidos procesos como la erosión de suelos o la desertificación, que aún siendo riesgos naturales de gran importancia, su condición de procesos de larga duración y en los que intervienen factores de diferente naturaleza les hace requerir una aproximación teórica y de planificación sustancialmente distinta.

En segundo lugar, en directa relación con lo anterior, el suceso ha de tener consecuencias relativamente inmediatas sobre la seguridad de la sociedad, entendida ésta en los términos antes expuestos de perjuicios a la integridad física de las personas, de sus bienes y de los procesos e infraestructuras colectivas. Esta inmediatez es necesaria para conceptualizar correctamente la naturaleza del riesgo y el alcance de sus efectos. Al comienzo de este trabajo se ponía como ejemplo, en relación a los riesgos tecnológicos, la diferencia entre un "accidente" en el funcionamiento habitual de una actividad industrial y la cotidiana emisión de contaminantes de ésta. Probablemente, este último proceso, unido a otros miles de procesos similares, tenga a largo plazo efectos más catastróficos que cualquier accidente de una fábrica, pero su impacto, diferido en el tiempo y sujeto a complejos factores, tiene que ser evaluado y tratado desde otra perspectiva. En cualquier caso, no es siempre tan nítida la separación entre unos procesos y otros. Así, en determinadas condiciones atmosféricas, los procesos habituales de emisión de contaminantes pueden dar lugar a efectos inmediatos perniciosos sobre la salud de las personas, con lo que deben ser incluidos dentro del ámbito de los riesgos aquí analizados. Todo ello tiene que llevar a una conceptualización flexible de los riesgos existentes, haciendo primar, a la hora de su consideración, el alcance y dimensión de los impactos sobre una aproximación puramente teórica.

La aplicación de estos criterios lleva a la toma en consideración en principio de los siguientes riesgos:

### a) Riesgos naturales

- Riesgos geológicos: seísmos; tsunamis; fallas activas; movimientos de laderas; suelos expansivos; riesgos asociados al karst; subsidencia de origen antrópico.

- Riesgos geometereológicos: aludes, inundaciones; erosión costera.

- Riesgos meteorológicos: sequía; granizo; vientos violentos; heladas y olas de frío y calor; episodios prolongados de contaminación atmosférica; incendios forestales.

### b) Riesgos tecnológicos

- Riesgos asociados a procesos de producción: accidentes mayores en actividades industriales; instalaciones nucleares.

- Riesgos asociados al transporte y distribución: transporte de mercancías peligrosas.

- Riesgos asociados al almacenamiento y depósito: depósito, almacenamiento y vertido de sustancias peligrosas; instalaciones militares de depósito, almacenamiento y manipulación de material explosivo o tóxico.

Como puede verse, a partir de esta primera clasificación y enumeración de riesgos, son mayoría los naturales, los cuales además están mucho mejor y más específicamente conceptualizados que los tecnológicos, que como ya se ha dicho, todavía adolecen de un nivel de conocimiento algo menos desarrollado. En cualquier caso, la clasificación aquí propuesta de los riesgos tecnológicos —por tipos de procesos: producción transporte y depósito— es la más utilizada al menos desde la perspectiva de la ordenación territorial, probablemente porque es la que mejor se adecúa a su campo de actuación en la medida en que tales procesos pueden ser asociados a espacios o infraestructuras concretas.

No todos los riesgos enumerados tienen la misma importancia desde el punto de vista de su tratamiento en la ordenación del territorio y la planificación física. De hecho, como se ha visto en el análisis de la experiencia com-

parada, la mayor parte de los planes de ordenación centran su atención en sólo unos pocos de ellos, dejando a un lado los restantes. Esta aproximación suele partir de la no consideración de los riesgos como un ámbito temático singularizado y relevante de la ordenación territorial, sino más bien del reconocimiento empírico de la existencia de una serie de fenómenos y procesos concretos que producen situaciones catastróficas especialmente evidentes y sobre las cuales la ordenación del territorio puede intervenir para evitarlas o mitigarlas. Así, sólo aparecen tratados los riesgos más evidentes y llamativos —como las inundaciones en la comarca de Valencia, o los riesgos hidrogeológicos en el Plan de Trento—, incardinándose éstos además, y no siempre de manera afortunada, en el tratamiento general del sistema medioambiental. Esto último significa en consecuencia que, de un lado, los riesgos no suelen constituir un ámbito temático singularizado y, de otro, que no se presta apenas atención a los riesgos de naturaleza tecnológica.

Metodológicamente parece más conveniente la opción contraria, es decir la de reconocer a los riesgos como un ámbito temático individualizado y con la suficiente entidad para tener un tratamiento propio y singularizado desde la ordenación del territorio. Así se plantea en la experiencia francesa y así está contemplado, por ejemplo, en la Ley de Ordenación del Territorio de la comunidad autónoma Andaluza. La justificación para optar por dicha orientación es de orden teórico y se basa en el entendimiento de que los riesgos constituyen un ámbito temático propio, amplio y complejo que exige un tratamiento separado e integral que permita abordar los mismos de manera adecuada y completa. Los análisis que se requieren, los problemas que hay que abordar y las medidas que se pueden plantear son de una naturaleza distinta a las que poseen otros contenidos tradicionales de la ordenación territorial, por lo que parece más lógico y coherente individualizar y agotar el tratamiento de los riesgos de tal manera que sea visible tanto su identificación como materia de ordenación del territorio como el sentido, viabilidad y coherencia de las políticas que en torno a ellos se pueden establecer.

Este tratamiento global e integrado de los riesgos no supone, sin embargo, que todos los enumerados jueguen

**188** un papel semejante respecto a sus contenidos en la ordenación territorial. Es necesario, en este sentido, plantear las diferencias y jerarquías existentes entre tales riesgos en lo que se refiere a su trascendencia e importancia desde la perspectiva de su tratamiento en el proceso de planificación física y ordenación territorial.

Para empezar, algunos de los riesgos enumerados poseen una naturaleza o una dimensión que hace que la ordenación del territorio y la planificación física tengan poco que decir acerca de los mismos. Se trata en concreto de los tsunamis, de las subsidencias de origen antrópico, de los aludes, del granizo, de los vientos violentos, y de las heladas y olas de frío y calor.

En el caso de los tres últimos, que son riesgos meteorológicos, su componente territorial se limita a las pautas de despliegue espacial de los mismos, por lo que los criterios y las medidas de ordenación territorial que se podrían plantear son prácticamente inexistentes. Piénsese, por ejemplo, en el caso de los vientos violentos, cuyo tratamiento en el sistema de planificación física y ordenación del territorio podría incluir poco más que algunas recomendaciones genéricas sobre diseño arquitectónico, mobiliario urbano y cuidado de la vegetación, lo cual difícilmente justifica un nivel de atención pormenorizada en este tipo de planes. De hecho, como ha podido comprobarse en el análisis de la experiencia comparada, ninguno de los ejemplos estudiados contemplaba este tipo de riesgos.

En lo que se refiere a los tres primeros, las razones que justifican su escasa importancia son más complejas, pero tienen como nexo común la reducida capacidad de los instrumentos de ordenación del territorio para abordar el riesgo, bien por su alto periodo de recurrencia en nuestra costa –tsunamis–, bien por su naturaleza penetrante –subsidencias–, bien por su carácter muy puntual en el espacio y que afecta a instalaciones y actividades humanas muy específicas –aludes–. Aquí, sin embargo, al menos, el sistema de planificación física y ordenación del territorio puede aportar la identificación de las áreas afectadas por los riesgos, lo cual en definitiva siempre es un elemento de referencia informativa que puede ser de interés para otras dimensiones de la ordenación territorial y para el desarrollo de las actividades y responsabilidades de determinados agentes públicos y privados.

Esto nos lleva a un segundo escalón de riesgos cuyo tratamiento en la ordenación del territorio es relativamente secundario. Se trata de aquellos riesgos que por su dimensión, recurrencia o peligrosidad tienen ya consolidada y plenamente reconocida una política sectorial que a su vez incluye una dimensión territorial. El caso más claro de este tipo de riesgos es el vinculado al ciclo nuclear, que por su peligrosidad requiere una legislación y un proceso de toma de decisiones en relación a su dimensión territorial que tiene una lógica autónoma, sobre la cual la ordenación del territorio difícilmente podría interferir. El mismo caso podría ser el relativo a los incendios forestales, que por ejemplo en Andalucía es el único de los riesgos que cuenta con planes sectoriales específicos. Los planes INFOCA, efectivamente, tienen un completo tratamiento territorial que prácticamente abarca todos aquellos aspectos que podrían ser abordados por planes de ordenación territorial. Asimismo, la Ley Forestal de Andalucía, que se autoconsidera a su vez como una ley de ordenación del territorio, también desarrolla elementos normativos en torno a esta cuestión.

Ante esta perspectiva, el papel de la ordenación del territorio debe ser fundamentalmente el de instrumento de comunicación, recogiendo, de un lado, todos los elementos de naturaleza territorial que contienen dichos planes sectoriales para que éstos sirvan de referencia al sistema de planificación física y, de otro, aportando los contenidos informativos y propositivos de éste, fundamentalmente los planes subregionales y de ordenación urbana, para que la administración sectorial pueda adecuar su actuación a las realidades territoriales concretas utilizando los instrumentos de intervención de los que aquéllos disponen (esquemas generales de ordenación del territorio y sistemas generales; clasificación de suelos; delimitación de usos y actividades, etc.).

Cuestión aparte es la referida a la sequía. La perspectiva que aquí se mantiene es la de que, en el contexto de un país con las condiciones de desarrollo económico y social como España, no se puede hablar estrictamente de un riesgo de naturaleza catastrófica, ya que no cumple el segundo de los requisitos necesarios para su consideración como tal, es decir el que tenga consecuencias inmediatas sobre la seguridad de la sociedad. Así lo entiende, además, toda la experiencia comparada analizada, en la

que en ningún caso se ha incluido a la sequía en el apartado de riesgos de naturaleza catastrófica. Se trata por el contrario, básicamente, de un problema asociado a la escasez de un recurso del medio natural y, consecuentemente, como tal debe contemplarse. La importancia en nuestra sociedad de dicho problema, que puede adquirir dimensiones "catastróficas", está en función sobre todo, no de la magnitud del hecho meteorológico en sí, sino de los niveles de consumo a los que pretende llegar la misma por encima de su condición de recurso renovable. Por tanto, su tratamiento, absolutamente necesario por otra parte, debe hacerse desde la perspectiva de la planificación y gestión de un recurso del medio natural, con los instrumentos y medidas (infraestructuras de regulación, política de precios, planificación de usos, etc.) de que se dispone tradicionalmente en ese campo.

Frente a todas estas matizaciones y precisiones, el resto de los riesgos analizados posee unas características que demandan, como parte de las políticas de prevención, un tratamiento desde el sistema de planificación física y ordenación del territorio. Ello no quiere decir que tal tratamiento sea uniforme, pero sí que de una u otra forma todos esos riesgos requieren algún tipo de criterios y medidas de naturaleza territorial para su adecuada prevención.

En relación a los riesgos geológicos (seísmos, fallas activas, movimientos de laderas, suelos expansivos y riesgos asociados al karst), la tarea del sistema de planificación física y ordenación territorial debería comenzar por la clara jerarquización del riesgo y su cartografía a la escala adecuada. En ese sentido, por ejemplo, experiencias en escalas intermedias —apropiadas para Planes subregionales— como la serie del Mapa Sismotectónico de España 1:100.000 (IGME) o a escalas más en detalle del tipo Mapa Geotectónico y de Peligrosidad Natural de Ciudades (1:25.000/1:5.000) —para Planes Municipales— puede ser una referencia válida que, con las necesarias revisiones y adaptaciones, pueda conducir a una correcta microzonificación de la mayoría de los riesgos geológicos.

La correcta jerarquización del riesgo, en lo que se refiere a su nivel de peligrosidad, es fundamental para posteriormente proceder a establecer los criterios y medidas de intervención pertinentes, que pueden ir desde la prohibi-

ción de construcción —por ejemplo, sobre trazas de fallas activas o en áreas con fuertes movimientos de laderas— en las zonas de mayor peligrosidad, hasta las recomendaciones de observación de la normativa sectorial existente, como las Normas Sismorresistentes, o el requerimiento de estudios geotécnicos en las zonas de menor peligrosidad.

Junto a ello también es posible plantear medidas de intervención positivas, entre las que pueden mencionarse inventarios de edificios públicos en zonas de elevado riesgo o que no cumplan los requisitos de seguridad establecidos y actuaciones de mantenimiento, recuperación o desarrollo de áreas afectadas por este tipo de riesgo.

En relación a los riesgos geometeorológicos, existe una información de partida que constituye una primera caracterización sobre los rasgos generales de la extensión e intensidad de los mismos a escala del conjunto del país. En el caso de las inundaciones, dicha referencia de partida es el Informe general sobre inundaciones en España, elaborado por la Comisión Nacional de Protección Civil, y en el caso de la erosión costera el Estudio de la Dinámica Litoral de las Costas Españolas, elaborado por el antiguo MOPTMA. Aparte de ellos, existen estudios algo más específicos que permiten conocer con mayor detalle algunos aspectos concretos del problema. Sin embargo, dada la importancia y gravedad que posee este tipo de riesgos en España, sería necesario sistematizar su conocimiento en detalle, bajando a escalas mayores donde fuera posible una más clara identificación de la gravedad del riesgo, de las áreas afectadas y de los factores y procesos que contribuyen al mismo.

Respecto a esa tarea, aquí sí, el sistema de planificación física y ordenación del territorio debería jugar un papel central porque es a él a quien compete el núcleo principal de las medidas de carácter preventivo en torno al riesgo. Así lo reconoce además la experiencia comparada, en la que los riesgos geometeorológicos tienen una presencia notable. Ello es especialmente evidente para el riesgo de inundaciones, donde a su carácter de riesgo de clara naturaleza territorial se une el hecho de la elevada peligrosidad que el mismo tiene en ámbitos geográficos como el español y que lo sitúa probablemente como el

**190** riesgo que mayor volumen de daños, en personas y bienes, produce de forma permanente y sistemática en nuestro país. Por todo ello, resulta justificado examinar con algún detenimiento los posibles contenidos que podría incorporar el sistema de planificación física y ordenación del territorio respecto a esta cuestión.

Dicho contenido debe comenzar con una precisa identificación y evaluación del riesgo y de su nivel de peligrosidad. Para ello, hay que trabajar a escalas de detalle que permitan analizar el funcionamiento de la red de drenaje a partir de las características geomorfológicas concretas de la misma y también de los elementos constructivos e infraestructurales de origen antrópico que condicionan el mismo. Se trata, por tanto, no de una delimitación aproximada de la zona inundable a través de la topografía, sino de una precisa identificación y evaluación de los niveles y áreas afectadas por el riesgo a partir de todos los factores y procesos que contribuyen al mismo.

A partir de dicha identificación y evaluación, que requiere escalas de trabajo que deben oscilar entre el 1:5.000 y el 1:25.000, es ya posible plantear una normativa y un conjunto de actuaciones que se adecúen a las dimensiones y niveles específicos del riesgo de inundación en cada caso. Este tratamiento graduado y específico es especialmente necesario para abordar el riesgo con criterios viables y eficaces, evitando en definitiva aproximaciones menos matizadas que sólo conducen a soluciones poco operativas tanto por exceso como por defecto. Si se establece, por ejemplo, una sola categoría de riesgo de inundación, toda la normativa de usos sobre las áreas afectadas deberá ajustarse a la misma, lo cual supondrá inevitablemente la sobreprotección de unas áreas y la infraprotección de otras. Sin embargo, si se delimitan áreas de riesgo grave, medio y leve, se puede desarrollar toda una normativa adecuada al nivel del riesgo, que puede ir desde la prohibición de usos urbanos hasta la permisividad de los mismos —siempre mediante la aplicación de una normativa específica— pasando por determinadas restricciones de uso o el cumplimiento de requisitos urbanísticos y constructivos. Esto es aún más evidente para las áreas con usos urbanos ya consolidados, donde una generalizada calificación de fuera de ordenación sería una mera declaración retórica. Por el contrario, un tratamiento con gra-

duación del riesgo permitiría un nivel de propuestas tanto normativas como de intervenciones infraestructurales, constructivas y urbanísticas mucho más operativas y viables para abordar el problema.

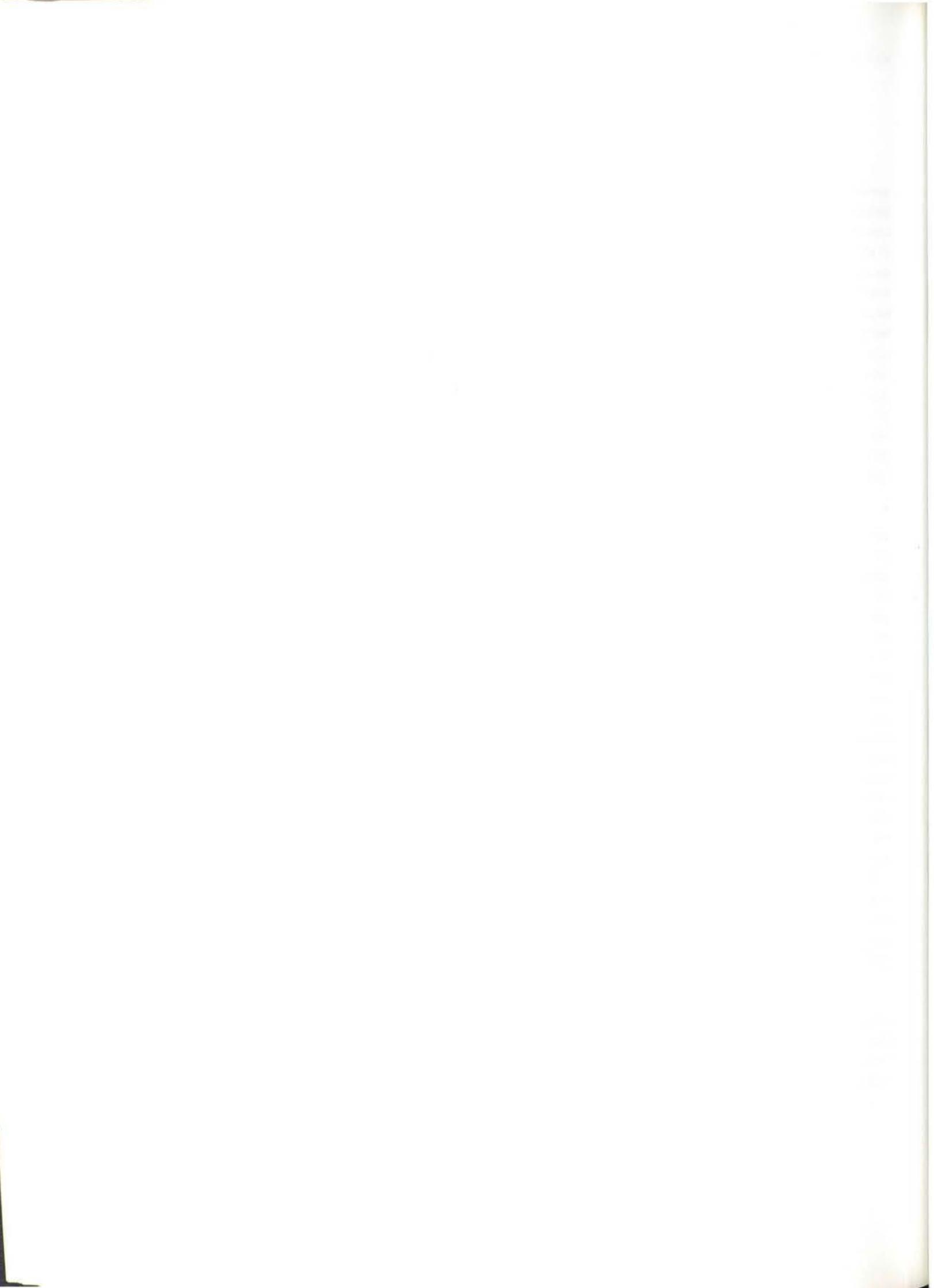
Finalmente, sobre los riesgos geometeorológicos cabe señalar la necesidad de su continuo seguimiento y monitorización, ya que se trata de riesgos esencialmente dinámicos tanto por su componente meteorológico como por el papel que juegan en su aparición o eliminación las actuaciones infraestructurales y urbanísticas. No es ésta, sin embargo, una mera cuestión de exigir estudios de impacto ambiental para determinadas obras o actuaciones, sino de comprobar de manera sistemática los efectos concretos que tienen la multitud de actuaciones y situaciones con incidencia sobre este tipo de riesgos.

En lo que se refiere al papel de la ordenación del territorio en el tratamiento de los riesgos tecnológicos —se incluyen aquí también los episodios prolongados de contaminación atmosférica— éste se centra en ofrecer una correcta ordenación de usos, y de sus requisitos infraestructurales, que minimice el nivel del riesgo. Aunque así enunciada, la tarea puede parecer relativamente simple, se trata en realidad de una cuestión extraordinariamente compleja y dificultosa. Y ello por un doble motivo. De un lado, porque se parte de una situación ya consolidada que se ha ido generando en un amplio periodo de tiempo en el que además la preocupación por estas cuestiones era mínima. Existe, por tanto, un numeroso conjunto de instalaciones industriales, zonas de depósito o vertido y otras actividades peligrosas en localizaciones inadecuadas que implican un alto riesgo. En ese sentido, una primera tarea a abordar sería la de la catalogación de tales riesgos, incluyendo no sólo los derivados de las condiciones de su funcionamiento actual sino también los producidos por el desarrollo de la actividad durante largos periodos de tiempo sin los debidos controles ambientales (suelos contaminados, áreas de vertido incontrolado de materias tóxicas y peligrosas, etc.).

De otro lado, porque una política de localización de actividades con riesgos tecnológicos choca con la creciente sensibilidad de la opinión pública por las cuestiones medioambientales. Claro ejemplo de ello es el contundente rechazo

que determinadas comunidades locales han planteado a iniciativas puntuales destinadas a resolver algún problema concreto. En función de esta experiencia, cualquier intento de plantear todo un sistema de localizaciones más adecuadas para las actividades con riesgos tecnológicos está condenado al fracaso si se trata de un ejercicio meramente tecnocrático que no cuenta con un consenso social e institucional básico. Sin embargo, frente a las opciones de dejar

las cosas tal como están, asumiendo los riesgos existentes, **191** o de que sean las comunidades más débiles políticamente o más pobres económicamente las que reciban tales actividades, parece más apropiado que desde los instrumentos de ordenación del territorio y planificación física se plantee una política global y de largo plazo, basada en el rigor técnico y el acuerdo social, para una localización de actividades que minimice los riesgos tecnológicos.



## BIBLIOGRAFÍA

## 194 BIBLIOGRAFÍA GENERAL

AGENCIA DE MEDIO AMBIENTE (1987): *Evaluación de recursos naturales de Andalucía*. Sevilla. A.M.A. Junta de Andalucía.

BRESSON, G.; OLAST, M.; SINSACUE, J. (EDS.) (1989): *Seminar on Applications, perspectives and limitations of comparative risk assessment and risk management*. Commission of the European Communities.

CENTRO DE ESTUDIOS DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE (1984): *Guía para la elaboración de estudios del medio físico: contenido y metodología*. Madrid. CEOTMA- M.O.P.U.

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1988): *La Communauté Européenne face aux risques d'accidents majeurs*. Bruxelles.

CONSORCIO DE COMPENSACIÓN DE SEGUROS (1992): *Estadística. Riesgos extraordinarios (serie 1971-91)*. Madrid, C.C.S.

DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL (1985): *Guía popular de protección civil*. Madrid. Dirección General de Protección Civil. Ministerio del Interior.

DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL (1988): *Conocimientos generales de protección civil*. Madrid. Dirección General de Protección Civil. Ministerio del Interior.

HANDMER, J. Y OTROS (ED.) (1991): *New perspectives on uncertainty and risk*. Camberra. CRES.

HUGLO, C. (1990): "Les aspects internationaux de la prevention et du reglement des risques technologiques et naturels majeurs", en *Revue Francaise d'Administration Publique*, n° 53, pp. 69-77 Paris.

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y GEOMINERO DE ESPAÑA (1990): *Las aguas subterráneas en Andalucía*. Madrid, I.G.M.E.

JUNTA DE ANDALUCÍA (1986): *Potencial y limitaciones de los recursos naturales de Andalucía*. Circular Técnica, n° 13, Sevilla, A.M.A.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1984): *Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenidos y metodología*. Madrid, M.O.P.T.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1985): *Protección del Mediterráneo español*. Madrid, D.G.M.A.-M.O.P.U.

SERVICIO DE PROTECCIÓN CIVIL (1993): *Simbología. Cartografía. Manual de Uso*. Sevilla. Consejería de Gobernación. Dirección General de Política Interior. Junta de Andalucía.

UTH, H.-J. (1989): "Risk management in the Federal Republic of Germany", en *Environmental Management*, New York. Springer-Verlag Vol. 13., n° 3, pp. 317-323.

VERGES, J.C. (1979): "Malthus, Marx, Meadows y la historia económica de la catástrofe", en *Revista Moneda y Crédito*, pp. 215-222.

VERSTEEG, M.F. (1988): "External safety policy in the Netherlands: an approach to risk management" en *Journal of Hazardous Materials*, n° 17, Amsterdam, Elsevier Science Publishers.

V.V.A.A. (1988): *Symposium sobre riesgos mayores, crisis y metrópolis: ¿El desafío del siglo XXI?*. Madrid - Paris. Asociación Mundial de Grandes Metrópolis.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (1992): *Comprehensive risk assessment*. Ginebra, W.M.O.

ZELINSKY, W. AND KOSINSKI, L. A. (1991): *The emergency evacuation of cities*. Savage. Rowman and Littlefield.

## BIBLIOGRAFÍA SOBRE ORDENACION DEL TERRITORIO, POLÍTICAS SECTORIALES Y MEDIO AMBIENTE

CÁMARA DE COMERCIO E INDUSTRIA (1990): *La Industria y el medio ambiente*. Madrid. Cámara de Comercio e Industria.

CARAVACA, I.; DIAZ, M. (1994) "Emplazamientos industriales y medio ambiente urbano en Sevilla" en V.V.A.A. *La industria en la planificación urbana*. G.G.J. Girón. pp. 47-56.

CARAVACA, I. (1995) "Incidencia medio ambiental de la industria en las áreas urbanas" *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, n° 15, pp. 195-204.

CROISSIER BATISTA, L.C. (1987): *Política industrial y medio ambiente*. Madrid, Ministerio de Industria y Energía.

CENDRERO, A (1975): *El mapa geológico-ambiental en la evaluación de los recursos naturales y en la planificación del territorio*. Santander, Universidad de Santander.

CENTRO DE ESTUDIOS DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE (1982): *Economía y medio ambiente*. Madrid. CEOTMA-M.O.P.U.

CENTRO DE ESTUDIOS MUNICIPALES Y DE COOPERACIÓN INTERPROVINCIAL (1988): "Ordenación Urbanística y Medio Ambiente", en *Temas de Administración Local*, n°24, Granada. Centro de Estudios Municipales y Cooperación Interprovincial.

CEPISA (1986): *Plan de Protección Integral para la ciudad de Sevilla*. Sevilla.

COMISIÓN MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE Y DEL DESARROLLO (1986): *Industry: report of the advisory panel on industry and sustainable development*. Geneva. Commission on Environment and Development.

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1992): *Informe de la Comisión de las CE para la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo*. Rio de Janeiro, C.E.E.

DAVIS, C.E.; LESTER, J.P (EDS.) (1988): *Dimensions of hazardous waste politics and policy*. New York, Greenwood.

DE ANDRÉS CONDE, C. (1991): "Tecnologías industriales medioambientales", en *Ciencia, tecnología e industria en España*, Madrid, Fundesco, pp. 261-277.

DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE (1972): "Seguridad en la circulación y protección del medio ambiente" en *Comunidad Europea*, n° 84.

DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE (1982): *Unidades temáticas ambientales: las evaluaciones del impacto ambiental*. Madrid, D.G.M.A. - M.O.P.U.

DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE (1989): *Calidad de las aguas. Ciclo de seminarios sobre Medio Ambiente y C.E.E.* Madrid, M.O.P.U.- Fundación MAPFRE- C.S.I.C.

DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE (1989): *Control automatizado de la calidad del aire. Optimización de redes. Ciclo de seminarios sobre Medio Ambiente y C.E.E.* Madrid, M.O.P.U.- Fundación MAPFRE- C.S.I.C.

ESTEVAN BOLEA, M.T. (1991): *Implicaciones económicas de la protección ambiental de la CEE: Repercusiones en España*. Madrid. Ministerio de Economía y Hacienda.

ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE (1987): *Application of environmental impact assessment*. New York. United Nations.

ESTEVAN BOLEA, M.T. (1984): *Evaluación del impacto ambiental*. Madrid, MAPFRE.

FEDERAL ENVIRONMENTAL AGENCY (1992): *Environmental planning*. Berlin. Umweltbundesamt.

- FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, T.R. (1973): *El medio ambiente urbano y las vecindades industriales*. Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid.
- GOZÁLVEZ LARA, J.G. (1990): *Las evaluaciones de impacto ambiental*. Sevilla, Consejería Educación y Ciencia, Junta de Andalucía.
- HUIDOBRO, M<sup>a</sup> L. (1990): "Instrumentos de política industrial en relación con las actividades medioambientales", en *Economía Industrial*, n<sup>o</sup> 271.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1969): *Estudio Geotécnico polígono de Dehesilla de León (Córdoba)*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1969): *Estudio geotécnico del polígono de Juncaril (Granada)*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1969): *Estudio geotécnico del polígono del Campo de Gibraltar (Algeciras)*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1969): *Estudio geotécnico del polígono industrial de la Menacha (Algeciras)*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1970): *Estudio geotécnico del polígono de los Rabanales. Córdoba*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1970): *Estudio geotécnico del polígono urbanístico Castillo de España, en la Línea de la Concepción (Cádiz)*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1971): *Estudio geotécnico del polígono Entrerías, Algeciras (Cádiz)*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1971) *Estudio geotécnico para el polígono industrial de Bocanegra, Algeciras (Cádiz)*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1972): *Caracterización geomecánica de la zona piritica de Huelva*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1972): *Caracterización geomecánica de la zona piritica de Huelva. Anexo 3. Estudio geológico de la Mina Sotiel Coronada*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1972): *Caracterización geomecánica de la zona piritica de Huelva. Anexo 4. Estudio geológico de la Mina de Cala*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1972): *Caracterización geomecánica de la zona piritica de Huelva. Anexo 5. Ensayos sísmicos en las Minas de Tharsis y Sotiel*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1972): *Caracterización geomecánica de la zona piritica de Huelva. Descripción geológica de la Corta Filón Norte de la Minas de Tharsis*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1972): *Estudio Geotécnico de los chaparrales (Campo de Gibraltar)*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1973): *Inventario nacional de balsas y escombreras mineras. Región andaluza*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1973): *Inventario nacional de balsas y escombreras. Huelva y Badajoz. Memoria y fichas*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1973): *Mapa Geotécnico para la ordenación territorial y urbana de Córdoba E. 1:25.000*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1973): *Estudio geotécnico de los terrenos del polígono Carretera de la Isla (Sevilla)*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1973): *Estudio geotécnico de los terrenos del polígono Aeropuerto (Sevilla)*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1973): *Estudio geotécnico de los terrenos del polígono Cartuja de Sevilla*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1973): *Mapa Geotécnico General de Almería-Garruchas*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1973): *Mapa Geotécnico General de Granada-Málaga*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1973): *Mapa Geotécnico General de Linares*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1973): *Mapa Geotécnico de ordenación urbana de Córdoba. Informe 1973*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1974): *Estudio Geotécnico de los terrenos del polígono Guadalquivir de Córdoba*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1974): *Inventario nacional de balsas y escombreras mineras. Almería*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1974): *Inventario nacional de balsas y escombreras mineras. Jaén y Granada*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1974): *Mapa Geotécnico General de Algeciras*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1974): *Mapa Geotécnico General de Jaén*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1974): *Mapa Geotécnico General. Baza*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1975): *Estudio geotécnico de los terrenos del polígono Nuevo Puerto (IV ampliación) de Huelva*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1975): *Estudio geotécnico de los terrenos del polígono industrial de Guarromán (Jaén)*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1975): *Mapa Geotécnico General de Ayamonte-Huelva*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1975): *Mapa Geotécnico General de Cádiz*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1975): *Mapa Geotécnico General de Córdoba*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1975): *Mapa Geotécnico General de Pozoblanco*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1975): *Mapa Geotécnico General de Sevilla*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1976): *Estudio geotécnico del polígono industrial de Guadarranque 2*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1976): *Mapa Geotécnico General de Puebla de Guzmán*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1977): *Mapa Geotécnico General de Morán de la Frontera*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1979): *Mapa Geotécnico para la ordenación territorial y urbana de Huelva E. 1:5.000 y E. 1:25.000*, Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1979): *Mapa Geotécnico para la ordenación territorial y urbana de Málaga E. 1:25.000*, Madrid, I.G.M.E.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1980): *Mapa Geotécnico para la ordenación territorial y urbana de Almería E. 1:25.000*. Madrid, I.G.M.E.

JUNTA DE ANDALUCÍA (VARIOS AÑOS 1987-94): *Informe general de Medio Ambiente en Andalucía*. Sevilla, Junta de Andalucía.

JUNTA DE ANDALUCÍA (1993): *La protección civil en los municipios*. Sevilla. Dirección General de Política Interior. Consejería de Gobernación. Junta de Andalucía.

JUNTA DE ANDALUCÍA (1995) *Medio Ambiente en Andalucía 1994*. Sevilla. Junta de Andalucía.

KLEINDORFER, P.R.; KUNRENTHER, H.C. (EDS) (1987): *Insuring and managing hazardous risks: from Seveso to Bhopal and beyond*. Berlin, Springer-Verlag.

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y HACIENDA (1991): *Implicaciones económicas de la protección ambiental de la CEE. Repercusiones en España*. Instituto de Estudios de Prospectiva, Secretaría de Estado de Economía.

MINISTERIO DE FOMENTO (1997). *Problemas medioambientales*. Ministerio de Fomento.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (1996). *Indicadores ambientales. Una propuesta para España*.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1986): *Medio Ambiente en España 1985*. Madrid. M.O.P.T.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1987): *Medio ambiente en España 1986*. Madrid. M.O.P.T.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1987): *El Medio Ambiente en las Organizaciones Internacionales. Unidades Temáticas Ambientales*. Madrid, D.G.-M.O.P.U.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1988): *Medio ambiente en España 1987*. Madrid. M.O.P.T.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1989): *Medio ambiente en España 1988*. Madrid. M.O.P.T.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1989): *El Derecho ambiental y sus principios rectores*. Madrid, D.G.M.A.-M.O.P.T.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1990): *El derecho ambiental y sus principios rectores*. Madrid. M.O.P.T.

MORENA DE LA, L. (1981): "Actividades clasificadas y protección del medio ambiente", en *Revista de Administración Pública*, n° 94, pp. 89-123.

PANIZO ARCOS, F. (1990): "La industria ante el reto de las exigencias medioambientales", en *Economía Industrial*, n° 271.

PERRY, W Y OTROS (1981): *Evacuation planning in emergency management*. Lexington, D.C. Heath.

ROMAN, C. (DIR.) (1993): *Análisis medioambiental de la estructura económica de Andalucía. Monografías de Economía y Medio Ambiente*, n° 5, Sevilla, A.

V.V.A.A. (1978): "IV Simposio: El agua en la industria y el medio ambiente". *Medio Ambiente*, n°22 y 23, Madrid, ASELCA-ASITEMA-Centro de Investigaciones del Agua (C.S.I.C).

#### BIBLIOGRAFÍA SOBRE LEGISLACIÓN MEDIOAMBIENTAL

ABAD, A. (1985): "La ley de Protección Civil", en C.E.U.M.T., pp. 40-50.

ARRIBAS BRIONES, P. (1985): *Los catálogos protectores: Ley del suelo y régimen jurídico complementario*. Madrid, Dirección General de Acción Terrestre y Urbanismo.

CARAVACA, I. Y PITA, M.F. (1990): "¿Leyes esotéricas?. El lenguaje químico y la legislación española sobre residuos", en *Residuos sólidos y líquidos: su mejor destino. I Congreso Internacional de Química de la ANQUE*, Puerto de la Cruz, Vol III, pp. 497-504.

CENTRO DE ESTUDIOS DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE (1980): *Derecho y medio ambiente*. Madrid, CEOTMA-M.O.P.U.

CONSEJERÍA DE GOBERNACIÓN (1984): *Recopilación de jurisprudencia sobre Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas*. Sevilla, Consejería de Gobernación.

CONSEJERÍA DE GOBERNACIÓN (1988): *Jornadas Técnicas sobre Aplicación del Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas*. Sevilla, Consejería de Gobernación.

DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE (1981): *I Congreso sobre legislación ambiental. Documentación Administrativa*, Madrid, n° 190, pp. 337-485.

DOMÍNGUEZ, G.S.; BARLETT, K.G.(ED) (1987): *The Law of toxics and toxic substances*. Boca Raton, Florida.

ESPIN QUIRANTE, M. (1973): *El Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas*. Madrid. Instituto de Estudios de Administración Local.

FUENTES BODELON, F. (1989): *Análisis de las leyes ambientales: su aplicación a la regulación sobre actividades clasificadas*. Zaragoza, Curso de Gestión Municipal del Medio Ambiente.

GARCÍA GARCÍA, E. (1988): *Manual práctico de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas: legislación, jurisprudencia y formularios*. Madrid.

GARRANDES TORRALBA, C. (1982): *Estudios, experiencia y legislación sobre eliminación definitiva de residuos tóxicos: especial referencia a los países de la Comunidad Europea*. Madrid, D.G.M.A.-M.O.P.T.M.A.

GENERALITAT DE CATALUNYA. Departament de Governació. Gerència de Protecció Civil.(1989) *Plans bàsics d'emergència municipals. Línea bàsica per la seva concessió*. Generalitat de Catalunya.

JIMENEZ PÁEZ, M. (1989): *Una legislación europea para el tratamiento de residuos industriales*. Madrid.

MARTÍN MARTÍN, A.J. Y LÓPEZ ARROYO, A. (1980): *Tendencias actuales de la normativa sismorresistente de edificación*. Madrid, M.O.P.U.

MERTENS, M. (1988): "Normas europeas para instalaciones de incineración de residuos (domésticos y especiales) y depósitos de desechos especiales", en *Cuadernos Europeos*, Luxemburgo, n° 57, pp. 232-261.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (1989): *Legislación y normativa ambiental de la Comunidad Autónoma de Andalucía 1982-1985*. Sevilla, Junta de Andalucía.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1991): *Directrices ambientales para la planificación y gestión de asentamientos*. Madrid, Instituto del Territorio y Urbanismo, M.O.P.T.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1993): *Tratados Internacionales sobre Medio Ambiente suscritos por España*. Madrid, D.G.M.A.-M.O.P.T.

- MORENA DE LA, L. (1975): *La intervención administrativa en las actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas. Panorámica y problemática. Su ordenación jurídica. Ecología y Urbanismo*. Madrid, B.D.M.G. pp. 7-20.
- PEREIRA GARCÍA, J. (1962): *Régimen jurídico de las industrias y actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas*. Madrid, Montecorvo.
- RIOS JIMENEZ, M. (1970): *Análisis del proceso administrativo del expediente municipal de licencia de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas*. Madrid, IEAL.
- RODRIGUEZ DE DIEGO, J. (1987): *Estudio sobre marco legislativo y aspectos jurídicos del Reglamento y Plan Nacional de Residuos Tóxicos y Peligrosos*. D.G.M.A.
- STEVER, D.W. (1987): *Law of Chemical regulation and hazardous waste*. New York, Clark Boardman. Environmental Law Series.
- TRUJILLO PEÑA, J. (1967): *Régimen jurídico de las actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas*. Madrid, Santillana.
- UNITED NATIONS DISASTER RELIEF ORGANIZATION (1978): *Disaster prevention and mitigation. Land use aspects*. New York, U.N.
- VALERIO, E. (1991): *La legislación europea del medio ambiente: su aplicación en España*. Madrid, Editorial Colex.
- BIBLIOGRAFÍA SOBRE RIESGOS NATURALES**
- CALIFORNIA DIVISION OF MINES AND GEOLOGY (1973): *Urban geology. Master Plan for California*. State of California.
- CHARRE (1977): "A propos de la sécheresse", en *Revue de Géographie de Lyon*, nº 2, pp. 215-226.
- DURÁN VALSERO, J.J. Y LÓPEZ MARTINEZ, J. (ED) (1989): *El Karst en España*. Madrid, Sociedad Española de Geomorfología.
- FONT TULLOT (1983): *Atlas climático de España*. Madrid, I.N.M.
- HERAS (1976): *Hidrología y recursos hidráulicos*. Madrid, Dirección General de Obras Hidráulicas, Centro de Estudios Hidrográficos.
- HUGGETT, R. (1990): *Catastrophic systems of earth history*. London, Eduard Arnold.
- LINSLEY y FRANZINI (1972): *Water resources engineering*. New York, MacGraw-Hill.
- MEZCUA, J. (1982): *Catálogo General de Isoetas de la Península Ibérica*. Madrid, I.G.N.
- OTERO, C. (1986): *Las arcillas expansivas en España: distribución y propiedades*. Madrid, E.T.S.I.C.C.P.
- RODRIGUEZ ORTIZ, J.M. (1975): "Las arcillas expansivas: su estudio y tratamiento", en *Boletín Informativo del Laboratorio de Transporte*, Madrid, pp. 3-30.
- RODRIGUEZ ORTIZ, J.M. Y SERRANO, A. (1985): "La influencia de la vegetación sobre el hinchamiento y retracción de las arcillas", en *Boletín Informativo del Laboratorio de Carreteras y Geotecnia*, nº 167, pp. 3-10.
- SMITH (1993): *Environmental hazards. Assessing risk and reducing disaster*. Routledge.
- URIEL, S. Y OTEO, C. (1976): "Propiedades geotécnicas de las margas azules de Sevilla" en *Simp. Nac. sobre rocas blandas*, Madrid, pp. 51-59.
- V.V.A.A. (1991): *XII Congreso Nacional de Geografía*. Valencia, 28-31 de mayo de 1991. Valencia, A.G.E.
- AGENCIA DE MEDIO AMBIENTE (1993): *Informe de la incidencia de los incendios forestales en la red de espacios naturales protegidos de Andalucía*. Sevilla, A.M.A.
- AGUILERA (1986): "Estudio para prevenir los daños por inundaciones", en *Revista MOPU* (Marzo), Madrid, pp. 54-59.
- ALBENTOSA SÁNCHEZ, L.M. (1980): "Contaminación y cambio de clima en las regiones urbanas industrializadas" en *Tarraco*.
- ALGUACIL, G. (1987): *Los instrumentos de una red sísmica telemétrica para terremotos. La red sísmica de la Universidad de Granada*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada.
- ALMEIDA-TEISEIRA, M.E., FAUTECHÚ, R. (ED.) (1991): *Earthquake hazards assessment: Proceedings of the European School of Climatology and Natural Hazards*. Commission of the European Communities.
- ALMEIDA-TEIXEIRA, M.E. Y OTROS (1991): *Natural hazards and engineering geology: prevention and control of landslide and other mass movements*. Commission of the European Communities.
- AYALA CARCEDO, F.J. (1986): *Mapa predictor de riesgos por inundaciones en núcleos urbanos de Andalucía y Extremadura*. Madrid, I.G.M.E.
- AYALA CARCEDO, F.J. (1988): "Introducción a los riesgos geológicos", en *I.G.M.E. Riesgos geológicos*. Madrid, pp. 3-21.
- AYALA CARCEDO, F.J. (1990): "Los peligros naturales en las Evaluaciones de Impacto Ambiental en obras civiles", en *Boletín Geológico y Minero*, vol. 101, nº 6, pp. 81-94.
- AYALA CARCEDO, F. Y ELIZAGA MUÑOZ, E. (DIR.) (1988): *Impacto económico y social de los riesgos geológicos en España*. Madrid, I.G.M.E.
- AYALA, F.J., DURÁN, J.J. Y PEINADO, T. (EDS.) (1988): *Riesgos geológicos en España*. Madrid, I.G.M.E.
- BAGDONAS, A. (1978): *Technics of frost prediction and methods of frost and cold protection*. Ginebra, W.M.O.
- BIEL LUCEA, A. (1962): "Heladas", en *Boletín Mensual Climatológico*. Madrid, S.M.N.
- BISBAL (1985): *Riesgo sísmico en el Sureste de España*. Tesis Doctoral, Universidad de Valencia.
- BOLT, B.A. (1981): *Terremotos*. Barcelona, Reverté.
- BONELLI, J.M. Y ESTEBAN, L. (1953): *Resultados provisionales del estudio del carácter sísmico de la Falla del Guadalquivir*. Madrid, M.O.P.U.
- BONELLI, J.M. Y ESTEBAN, L. (1957): *El Sismo de foco profundo del 29 de marzo de 1954 en La Falla de Madrid*. Madrid, M.O.P.U.
- BORJA PALOMO, F. DE (1878): *Historia crítica de las riadas o grandes avenidas del Guadalquivir en Sevilla*. Sevilla.
- BURTON y KATES (1972): "The perception of natural hazards in resources management", en *ENGLISH y MAYFIELD: Man, space and environment*. Oxford University Press, pp. 282-304.
- BURTON, KATES y WHITE (1978): *The environment as hazard*. Oxford University Press.
- CAMPOS ROMERO, M.L. (1990): *Sismicidad de la Cuenca suroccidental de España. Análisis y valoración geográfica de los posibles riesgos como consecuencia de los tsunamis en la zona*. Madrid, Universidad Complutense.

- 198 CAMPOS ROMERO, M.L. (1992): *El riesgo de tsunamis en España. Análisis y valoración geográfica*. Madrid, I.G.N. / M.O.P.T.
- CAMPOS ROMERO, M.L. Y SIERRA GÓMEZ, J. (1987): "Evaluación de los posibles daños que produciría un maremoto similar al originado por el sismo de Lisboa de 1755 en la Costa de Cádiz y Huelva", en *V Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica*, Madrid, I.G.N., pp. 733-745.
- CAMPOS ROMERO, M.L. Y SIERRA GÓMEZ, J. (1988): "Análisis de los tsunamis observados en las Costas Atlánticas del suroeste peninsular", en *VI Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica*, Madrid, I.G.N.
- CAPEL MOLINA, J. (1972): "Evolución y desarrollo de la ola de frío del 21 de diciembre de 1970 al 3 de marzo de 1971 sobre la Península Ibérica", en *Cuadernos de Geografía*, Universidad de Granada, n° 2, pp. 69-83.
- CAPEL MOLINA, J. (1974): "Génesis de las inundaciones de octubre de 1973 en el Sureste de la Península Ibérica", en *Cuadernos de Geografía*, Universidad de Granada, n° 4., pp. 149-166.
- CAPEL MOLINA, J. (1978): "Avance sobre las invasiones de aire cálido en la Península Ibérica: los mecanismos", en *Cuadernos de Geografía*, Granada, Universidad de Granada.
- CAPOTE DEL VILLAR (1988): "Geología y terremotos", en *I.G.M.E: Riesgos geológicos*, Madrid, pp. 99-109.
- CATALÁN, M. Y OTROS (1979): "Propagación de maremotos en la región de Azores-Gibraltar", en *III Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica*, Madrid, I.G.N., pp. 419-438.
- CENDRERO, A. Y OTROS (1987): "Metodología de elaboración de mapas de riesgos a escala 1:5.000", en *III Reunión Nac. Geología Ambiental y Ordenación del Territorio*, Valencia, pp. 843-870.
- COMES, V. (1990): "Mapas de peligrosidad sísmica: malas vibraciones", en *Rev. M.O.P.U.*, n° 372, pp. 30-34.
- COMISIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL (1983): *Estudio de inundaciones en la Cuenca Sur*. Madrid, Comisión Técnica de Inundaciones.
- COMISIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL (1983): *Estudio de inundaciones históricas. Mapa de riesgos potenciales. Cuenca Sur*. Madrid, Comisión Nacional Protección Civil.
- COMISIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL (1983): *Estudio de inundaciones históricas. Mapa de riesgos potenciales. Cuenca del Guadalquivir*. Madrid, Comisión Nacional Protección Civil.
- COMISIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL (1983): *Estudio de inundaciones históricas. Mapa de riesgos potenciales. Cuenca del Guadiana*. Madrid, Comisión Nacional Protección Civil.
- COMISIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL (1984): *Las inundaciones en España. Informe resumen*. Madrid, Comisión Nacional de Protección Civil.
- COOKE Y DOORNKAMP (1990): *Geomorphology in environmental management*. Oxford, Clarendon Press.
- CHACÓN, J. Y LÓPEZ, A. (1988): "El deslizamiento de Olivares (Granada)", en *II Simp. Taludes y laderas inestables*, Andorra la Vella, pp. 723-739.
- DABRIO GONZÁLEZ Y ZAZO CARDEÑA (1988): "Riesgos geológicos en zonas litorales", en *I.G.M.E: Riesgos geológicos*, Madrid, pp. 217-251.
- DEPARTMENT OF AMERICAN STATES (1991): *Premier on Natural Hazard Management in Integrated Regional Development Planning*. Washington, D.C. Department of Regional Development and Environment. Executive Secretariat for Economic and Social Affairs.OAS.
- DÍAZ DEL OLMO, F. (1985): "Incendios forestales en Andalucía: significación natural y datos", en *Revista de Estudios Andaluces*, n° 5, pp. 162-163.
- DOCTOR CABRERA, A.M. (1991): *Los incendios forestales en la provincia de Córdoba*. Córdoba, Universidad de Córdoba.
- DOCTOR CABRERA, A. M. (1989): "Metodología de estudio de los incendios forestales: el caso de la Provincia de Córdoba (1968-1987)", en *ERIA*, n°19, pp. 139-146.
- DOMÍNGUEZ BASCÓN, P. (1986): "Las heladas en la provincia de Córdoba", en *Estudios Geográficos*, n° 182-183, pp. 193-210.
- DURÁN VALSERO, J. Y BURILLO PANIVINO, F. (1989): *Riesgos Geológicos ligados al Karst en España*. Madrid, Sociedad Española de Geomorfología.
- EMASESA (1978): *Sevilla no esperó a la lluvia. El abastecimiento de aguas de Sevilla y su zona de influencia durante la sequía de 1974-75-76*. Sevilla, Ayuntamiento de Sevilla.
- FERNÁNDEZ, S. (1979): *Estudio de las propiedades geotécnicas de las arcillas azules del Guadalquivir con especial aplicación a la estabilidad de los suelos*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- FERRER GJÓN (1988): "Deslizamientos, desprendimientos, flujos y avalanchas", en *I.G.M.E: Riesgos geológicos*, Madrid, pp. 175-193.
- GALÁN HUERTAS, E. (1989): *Geología de Sevilla y alrededores, y características geotécnicas de los suelos del área urbana*. Sevilla, Ayuntamiento de Sevilla.
- GARCÍA DE PEDRAZA, L. (1960): "Olas de calor", en *Tempero*, Zaragoza, pp. 12-15.
- GARCÍA DE PEDRAZA, L. (1973): "Masas de aire. Olas de frío y de calor", en *Boletín Mensual Climatológico*, Abril, Madrid, S.M.N., pp. 2-9.
- GARCÍA DE PEDRAZA, L. (1985): *Estudio de las heladas en España*. Madrid, I.N.M.
- GARCÍA DE PEDRAZA, L. (1989): "Vientos de la Península Ibérica. Notas sobre su carácter sinóptico, climatológico y orográfico", en *Meteorología y Climatología Ibéricas*, Madrid, pp. 223-253.
- GARCÍA DE PEDRAZA, L. Y GARCÍA VEGA, C. (1991): "Características de los vientos en la zona del Estrecho de Gibraltar", en *Calendario Meteorológico*, Madrid, I.N.M., pp. 188-208.
- GARCÍA-YAGUE, A. Y GARCÍA-ÁLVAREZ, J. (1988): "Grandes deslizamientos españoles", en *II Simposio sobre taludes y laderas inestables*, Andorra la Vella, pp. 549-612. -M.O.P.U.
- GARZÓN HEYDT (1988): "Geología y dinámica fluvial", en *I.G.M.E: Riesgos geológicos*, Madrid, pp. 123-131.
- GASCO MONTES, J.M. (1983): "Incidencia de las riadas de octubre de 1982 sobre la fertilidad de los suelos del Levante Español", en *Revista de Estudios Geográficos*, n° 170-172, pp. 223-228.
- GENTIL GOVANTES, P. (1989): *El riesgo sísmico de Sevilla*. Sevilla, Universidad de Sevilla.
- GÓMEZ, F. (1957): *Sobre construcción antisísmica*. Madrid, M.O.P.U.
- GONZÁLEZ DIEZ, M<sup>a</sup> I. (1989): *Estudios Geológicos del área urbana de Sevilla y sus alrededores*. Sevilla.
- GUILLÉN, J. (1956): "En el segundo centenario del maremoto de Cádiz (1755)", en *Boletín de la Real Academia de la Historia*, vol. 139, Madrid.

- HALL, A.J. (1981): *Flash flood forecasting*. Geneva, W.M.O.
- INSTITUTO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS (1992): *Norma de construcción sismorresistente*. Madrid.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1980): *El terremoto de Andalucía del 25 de diciembre de 1884*. Madrid, I.G.N.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1985): *Geología y prevención de daños por inundaciones*. Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1985): *Mapa predictor de los riesgos por inundaciones en núcleos urbanos de Andalucía y Extremadura: Almería, Andújar, Badajoz, Barbate, Campo de Gibraltar, Córdoba, Ecija, EL Ejido, Granada, Guadix, Loja, Lucena, Málaga, Mérida, Puente Genil, Utrera..* Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1987): *El deslizamiento de Olivares (Granada) de abril de 1986*. Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1988)a: *Impacto económico y social de los riesgos geológicos en España*. Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1988)b: *Riesgos geológicos*. Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1988)c: *Red sísmica del Estrecho de Gibraltar*. Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1988)d: *Red sísmica del Estrecho de Gibraltar*. Madrid, I.G.M.E. - MOPU.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1988)e: *Síntesis de estudios realizados por el IGME agrupados por Comunidades Autónomas*. Comunidad Autónoma de Andalucía. Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1989): *Estabilidad de laderas y taludes en el valle del Guadalquivir*. Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1990): *Estudio de riesgos naturales en la ciudad de Alcoy*. Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA (1989): *Mapa Eólico Nacional*. Madrid.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1980): *Informe Geotécnico en relación al desprendimiento de un bloque en la localidad de la Zagra (Loja) en la provincia de Granada*. Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA (1982): *Manual de previsión del peligro de incendios forestales*. Madrid, I.C.O.N.A.
- INSTITUTO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA (1986): *Distribución temporal del peligro de incendios forestales*. Madrid, M.A.P.A.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO Y GEOMINERO DE ESPAÑA (1990): *Los peligros naturales en España en 1989*. Madrid, Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO Y GEOMINERO DE ESPAÑA (1990): *Riesgos geológicos en España*. Madrid, Dirección General de Protección Civil.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO Y GEOMINERO DE ESPAÑA (1991): *Los peligros naturales en España en 1990*. Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO Y GEOMINERO DE ESPAÑA (1991): *Los peligros naturales en España en 1991*. Madrid, Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO Y GEOMINERO DE ESPAÑA (1991): *Natural disaster in the world 1991*. Madrid, Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.
- INSÚA MUÑOZ, F. (1987): *Régimen de heladas en Córdoba*. Información Técnica 1/87. Sevilla, Consejería de Agricultura y Pesca.
- JIMENO, F. (1989): *Inundaciones y Protección Civil*. Valencia, Dirección General de Protección Civil.
- JUNTA DE ANDALUCÍA (1990): *Convenios de colaboración para el desarrollo de estudios sísmicos. Memoria I-IV*. Granada. Consejería de Gobernación, Universidad de Granada.
- JUNTA DE ANDALUCÍA (1992): *Plan de lucha contra los incendios forestales en la Comunidad Autónoma de Andalucía*. Sevilla, Junta de Andalucía.
- JUNTA DE ANDALUCÍA (1993): *Plan INFOCA-93. Documento final de campaña. Resumen estadístico*. Sevilla.
- LÓPEZ BERMÍDEZ, F. (1985): *Sequia, aridez y desertificación en Murcia, Murcia, Discurso de ingreso en la Academia Alfonso X el Sabio*.
- LÓPEZ, A. Y OTROS (1980): *Terremoto de Andalucía de 25-XII-1884*. Madrid, M.O.P.U.
- MARTÍN MARTÍN, A. (1984): *Riesgo sísmico en la Península Ibérica*. Madrid, I.G.N.
- MARTÍN MARTÍN, A.J. (1985): *Plan de actuación para caso de catástrofe sísmica. Aplicación a la provincia de Córdoba*. Sevilla, Instituto Geográfico Nacional, Delegación Regional.
- MARTÍN MARTÍN, A.J. (1989): "Probabilistic seismic hazard analysis and damage assessment in Andalusia", en *Tectonophysics*, nº167, pp. 235-244.
- MARTÍN MARTÍN, A.J. (1991): "Influence of the different seismic design levels on the expected damages and economical losses caused by an earthquake in Andalusia", en *Serie Monografía*, Sevilla, Instituto Geográfico Nacional, nº8, pp. 337-390.
- MARTÍN MARTÍN, A.J. Y SIERRA, J. (1984): "Nuevos mapas de riesgo sísmico de la Península Ibérica obtenidos mediante la distribución de Gumbel" en *IV Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica*. Vol 1., pp. 309-325.
- MARTÍN MARTÍN, A.J. Y GARCÍA YAGUE, A. (1986): "Estimación para la aplicación a protección civil, de los daños que un terremoto catastrófico ocasionaría en Andalucía", en *Publicación técnica*, nº 17, Madrid, I.G.N.
- MARTÍNEZ GOYTREZ (1987): *Avenidas e inundaciones*. Madrid, M.O.P.U.
- MARTÍNEZ SOLARES, J.M. (1983): *Sismicidad del área Ibero-Magrebí*. Madrid, I.G.N.
- MARRACO SOLANA, S. (1990): "Los incendios forestales", en *Estratos*, nº 17, pp. 20-2. Madrid.
- MEDINA, V.M. (1992): *La actividad sísmica podría afectar a 5 millones de españoles en los próximos años*. M.O.P.T., nº 398. Madrid.
- MEDRANO, V. Y OTROS (1986): "Autoprotección ciudadana ante riesgo sísmico", en *III Congress on Disaster Preparedness and Relief*, Barcelona.
- MIGUEL, F.D. (1988): "La sismicidad del sistema de fracturas Padul-Santa Fe-Pinos Puente", en *VI Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica*. Madrid.
- MINGO CACHÓN, L. DE Y OTROS (1992): *Estudio técnico asegurador de los riesgos de la naturaleza en España*. Madrid, MAPFRE.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (1986): *Programa Español de defensa contra el granizo*. Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (1988): *Plan de acciones prioritarias contra los incendios forestales*. Madrid, M.A.P.A.

- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1970): *Estudios de movimientos de terreno*. Madrid, M.O.P.T.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1984): *Las inundaciones en España: pasado, presente y futuro*. Madrid, M.O.P.T.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1988): *Red sísmica del Estrecho de Gibraltar*. Madrid, M.O.P.T.
- MUNUERA, J.M. (1967): *Desarrollo de un estudio de sismicidad en la región de la Península Ibérica*. Madrid, M.O.P.T.
- MUNUERA, J.M. (1969): *Mapa de zonas sísmicas generalizadas de la Península Ibérica*. Instituto Geográfico Catastral, Madrid.
- MUÑOZ MERINO, D. (1983): *Estudio del riesgo sísmico en el Sur y Sureste de la Península Ibérica*. Madrid, Universidad Complutense.
- NAVARRO ALVARGONZÁLEZ, A (1991): "Las sequías. Repercusiones especialmente en aguas subterráneas" en, *Boletín Geológico y Minero*, nº 102, Madrid, I.T.G.E.
- NEMEC, J. Y OTROS (ED.) (1993): *Prediction and perception of natural hazards*. Dordrecht, Kluwer Academic.
- ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL (1984): *La meteorología y la seguridad pública*. Ginebra, O.M.M.
- ORGANIZACIÓN DE NACIONES UNIDAS (IDNDR) (1993): *Meteorological and hydrological risk management. Stop Disasters*. Napoles, Osservatorio Vesuviano.
- PARDO PASCUAL, J.E. (1991): *La erosión antrópica del litoral valenciano*. Valencia, Generalitat Valenciana.
- PÉREZ CUEVA, A. (1983): "La sequía de 1978-82. ¿Excepcionalidad o inadaptación?", en *Agricultura y Sociedad*, nº 29, pp. 225-244.
- PÉREZ DE LEÓN, B. (1986): *Emisiones e imisiones de SO<sub>2</sub> y humos en Sevilla: fenomenología e interrelaciones*. Sevilla, Universidad de Sevilla.
- PITA LÓPEZ, M<sup>a</sup> F. (1986): *Sequías en el Bajo Guadalquivir*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla, Sevilla.
- PITA LÓPEZ, M<sup>a</sup> F. (1987): "El riesgo potencial de sequía en Andalucía", en *Revista de Estudios Andaluces*, nº 9, Sevilla.
- PITA LÓPEZ, M<sup>a</sup> F. (1990): *Los riesgos hídricos en Andalucía: sequías e inundaciones*. Sevilla, Dirección General de Política Interior.
- PITA LÓPEZ (1996).. M<sup>a</sup> F.: *Las sequías. Análisis y tratamiento*, Sevilla. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- POSADA ESCOBAR, J.L. (1983): "Condiciones de protección contra incendios en los edificios (NBE-CPI-82)", en *MAPFRE-Seguridad*, nº 9, pp. 20-27.
- QUEREDA SALA, J. (1990): *La ciclogénesis y las gotas frías del Mediterráneo Occidental*. Castellón, Diputación de Castellón.
- RODRÍGUEZ, I. (1991): "Planes de defensa contra inundaciones", en *Revista M.O.P.U.*, nº 383, pp. 85-90.
- RONDE, J.G. DE (1991): *Rising waters. Impacts of the greenhouse effect for the Netherlands*. La Haya, Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- ROSE, S. (1990): *Los terremotos*. Madrid, Akal.
- SALAS, F. (1983): *Manual de formación para la lucha contra los incendios forestales*. Sevilla, GETISA.
- SALINAS RODRÍGUEZ, J. (1988): "Riesgos ligados a arcillas expansivas" en *IGME. Riesgos Geológicos*, Madrid, pp. 295-305.
- SANTO-MAIOR, J. (1990): "Administración de áreas afectadas por sequías. La gestión de los recursos hídricos en vísperas del s. XXI" en, *III Congreso Mundial de Derecho y Administración de las Aguas*, Valencia, Generalitat Valenciana.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL (1958): *Ráfagas máximas de viento en España, su velocidad instantánea*. Calendario Meteorofenológico. Madrid, S.M.N.
- SHEAFFER (1960): *Floodproofing: An element in a flood damage reduction program*. University of Chicago, Department of Geography, Research Paper nº 65.
- SMITH, O.K. (1989): *Natural disaster reduction: how meteorological and hydrological services can help*. Ginebra, W.M.O.
- THORNES (1980): "Applied Climatology", en *Progress in Physical Geography*, vol. 4, pp. 577-588.
- UDIAS, A. Y BUFORN, E. (1985): "Mecanismo focal de los terremotos y sismotectónica del área Ibero-magrebí", en *Seminario sobre sismicidad y riesgo sísmico*, Córdoba, I.G.M., pp. 93-99.
- UDIAS, A. Y OTROS (1976): "Sismotectónica de la región de las I. Azores a la Península Ibérica", en *Reunión sobre Geodinámica de la C.Bética y Alborán*, Granada, Universidad de Granada.
- UNESCO (1980): *Terremotos: evaluación y mitigación de su peligrosidad*. Barcelona, Blume.
- UNITED NATIONS DISASTER RELIEF ORGANIZATION (1978): *Disaster prevention and mitigation. A compendium of current knowledge*. New York, U.N.
- UNITED NATIONS DISASTER RELIEF ORGANIZATION (1979): *National disasters and vulnerability analysis. Report on Expert Group Meeting*. New York, U.N.
- UNITED NATIONS DISASTER RELIEF ORGANIZATION (1980): *Case report of hurricanes David and Frederick in the Dominican Republic*. Geneva, U.N.
- UNITED NATIONS DISASTER RELIEF ORGANIZATION (1985): *Volcanic hazards management*. New York, U.N.
- VIDAL, F. (1988): *Análisis de la sismicidad histórica de Andalucía. Report 1188*. Observatorio Universitario de Cartuja, Granada, Universidad de Granada.
- VIDAL, F. Y OTROS (1983): *Neotectónica y sismicidad de la Depresión de Granada*. Madrid, Junta de Energía Nuclear.
- VIDAL, F. Y OTROS (1986): "Actividad sísmica en la Sierra de Loja. Plan de emergencia", en *III Congress on Disaster Preparedness and Relief*, Barcelona.
- VIDAL, F. (1987): *Sismotectónica de las Béticas y Mar de Alborán*. Universidad de Granada, Granada.
- VIDAL, F. Y OTROS (1988): "Los terremotos de la zona sur de Sierra Almirajá y su correlación con los sistemas de fractura", en *VI Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica*, Madrid, pp. 25-48.
- VILÁ VALENTÍ, J. (1961): "La lucha contra la sequía en el sureste de España", en *Revista de Estudios Geográficos*, nº 82.
- VOIGHT, B. (1978): *Rockslides and avalanches*. Amsterdam, Elsevier Scientific.
- VRJILING, J.K. (1993): "Probabilistic methods in hydraulic engineering" en, *Bulletin of the Pianc*, nº 80.
- V.V.A. (1987): *Jornadas de estudio sobre metodología para la investigación de terremotos*. Madrid, M.O.P.U.
- V.V.A. (1992): "La protection du patrimoine architectural contre les désastres naturels en Europe", en *Patrimoine architectural*, nº 21.
- V.V.A. (1993): "Risques Naturels dans le couloir Rhodamien. Les excès pluviométriques", en *Revue de Géographie de Lyon*. Vol. 68, nº 2-3, Lyon.

V.V.A.A. (1993): *Symposium on Contribution of european engineers to reduction of natural disaster*. Lausanne.

WARD, R. (1978): *Floods*. London, MacMillan Press.

WHITE, G.F. (1973): *Natural hazard Research*. Madrid, I.E.A.L.

WHITE, G.F. (1974): *Natural hazards. Local, national, global*. New York, Oxford University Press.

WHITE (1975): "La investigación de los riesgos naturales", en CHORLEY (Ed.): *Nuevas tendencias en Geografía*. Madrid, Instituto de Estudios de Administración Local.

WILHITE, D.A. AND WILLIAM, E.E. (ED.) (1987): *Planning of drought: towards a reduction of societal vulnerability*. Boulder, Westview.

ZARRAGA MORENO, J.L. (1990): *Los incendios forestales y las actitudes de la población de las comarcas afectadas*. Sevilla. I.A.R.A.

#### BIBLIOGRAFÍA SOBRE RIESGOS TECNOLÓGICOS

ALONSO LOSADA, M. (COORD) (1994): *Mercancías peligrosas en los puertos*. Madrid, Colegio de Oficiales de la Marina Mercante Española.

ALLEGRI, T.H. (1986): *Handling and management of hazardous materials and waste*. New York-London, Chapman & Hall.

ANDELMAN, J.B.-DWIGHT W.U. (1987): *Health effects from hazardous waste sites*. Chelsea, Michigan, Lewis.

ARRIAGA, J.M. (1992): *Guía de medidas correctoras: ruidos, humos, olores y pinturas; incendios y explosiones*. Sevilla, A.M.A. Junta de Andalucía.

ASENSO, J.L. (1975): "Industrias del papel y la celulosa, I Simposio del agua en la industria" en ASELCA, pp. 273-310.

AUXINI (1986): *La gestión de los residuos tóxicos y peligrosos*. Madrid, D.G.M.A.

BELMAM, M. (1990-91): "Evaluation et prévention des risques dans le transport des matières dangereuses", en *Amenagement et Nature. Revue de l'environnement*, nº 100, pp. 15-18.

BERGUEIRO LÓPEZ, J.R. (1991): *Contaminación del mar por el petróleo*. Mallorca, Gobierno Balear.

BHATT, H.G.; SYKES, R.M.; SWEENEY, T.L. (EDS) (1985): *Management of toxic and hazardous wastes*. Chelsea, Michigan, Lewis.

BORUP, M.B.; MIDDLEBROOKS, E.J. (1987): *Pollution control in the petrochemicals industry*. Chelsea, Michigan, Lewis.

CALLELY, A.G. (1977): *Treatment of industrial effluents*. Londres, Hodder and Stoughton.

CAMPBELL, R.L. (1991): *Fundamentals of hazardous materials incidents*. Chelsea-Michigan, Terry & McArthur.

CAMPINS ERITJA, M. (1994): *La gestión de los residuos peligrosos en la Comunidad Europea*. Barcelona, J.M. Bosch Editor.

CARAVACA, I.; LÓPEZ, R.; ORTIZ, R. Y ROMERO, J.M. (1991): *Localización y suelo industrial en el área metropolitana de Sevilla*. Gabinete de Estudios Metropolitanos. Sevilla, Consejería de Obras Públicas y Transportes. Junta de Andalucía.

CASHMAN, J.R. (1986): *Management of hazardous waste: treatment, storage, disposal facilities*. Lancaster-Pensilvania, Technomic.

CLARKE, R. (1986): *Productos químicos peligrosos*. Nairobi, Kenia. P.N.U.M.A.

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1987): *Transport des marchandises et déchets dangereux: rapport final de la Commission*. Bruxelles, Commission des Communautés Européennes.

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1992): *Trabajar con productos peligrosos*. Bruselas, D.G.de Empleo, C.E.E.

COMPAÑÍA PLANIFICADORA (1985). *Estudio de las políticas de planificación de los residuos tóxicos y peligrosos en los países de la Comunidad Europea*. Madrid, D.G.M.A.

COMUNIDAD DE MADRID (1987): *Programa coordinado de actuación de residuos industriales*. Madrid, Comunidad de Madrid.

COMUNIDAD DE MADRID (1987): *Programa coordinado de actuación de residuos sólidos urbanos*. Madrid, Comunidad de Madrid.

CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR (1991): *Opiniones y actitudes ante la energía nuclear*. Madrid, Informe inédito.

CHATTERJI, M. (1987): *Hazardous materials disposal: siting and managing*. Aldershot, Avebury.

CHEREMISINOFF, P.N.(ED) (1989): *Thermal treatment of hazardous wastes*. Houston, Gulf Publishing Company.

DAWSON, G.W.-BASIL, W.M. (1986): *Hazardous waste management*. New York, John Wiley & Sons.

DEWISME GONZÁLEZ, E. (1989): *Alternativas de saneamiento y depuración de actividades industriales*. Bilbao, Feniz Internacional.

DÍAZ LAZÁRO CARRASCO, J.A. (1988): *Depuración de aguas residuales*. Madrid, M.O.P.U.

DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE (1982): *Los residuos tóxicos y peligrosos*. Madrid, M.O.P.U.

DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE (1987): *Seminario sobre Tratamiento y Eliminación de Residuos Tóxicos y Peligrosos*. Madrid, M.O.P.U. - D.G.M.A.

DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL (1988): *Programa de Información y capacitación sobre emergencias nucleares: Manual para autoridades locales*. Madrid, Dirección General de Protección Civil, Ministerio del Interior.

DRAGARIS, G. (1991): *Community documentation centre on industrial risk: major accident reporting system: Lessons learned from accidents notified*. Joint Research Centre.

DRAGARIS, G. (1992): *Community documentation centre on industrial risk: Review of accidents involving chlorine*. Commission of the European Communities.

EDEN, A. (1980): "Oil spill contingency plans in the Netherlands", en *Unep Industry and Environment*, pp. 8-11.

EDEN, A. Y OTROS (1986): "A risk analysis: transport of chemicals in bulk by sea to and from Rotterdam", en *Unep Industry and Environment*, pp. 459-471.

EMPRESA NACIONAL DE RESIDUOS RADIACTIVOS (1989): "Almacenamiento de residuos radiactivos de baja y media actividad: situación mundial", en *Estratos*, Madrid, nº 14, pp. 31-35.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (1987): *Storage and treatment of hazardous wastes in tank systems*. Park Ridge, New Jersey, Noyes.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES (1980): *VII Convención Nacional de la Industria Química*. Sevilla.

- ESTEVAN BOLEA, M.T. (1978): *Impacto ambiental de las centrales nucleares*. Madrid, CIFCA.
- ESTUDIOS TERRITORIALES, J.A.-Geostudios S.A. (1989): *Defensa y Desarrollo Regional en la provincia de Cádiz*, Cádiz Excm. Diputación Provincial.
- EXNER, J.H. (ED.) (1987): *191st. Meeting of the American Chemical Society-Solving hazardous waste problems*. American Chemical Society, Vol VII, Washington, Jurgen H.Exner.
- FAWCETT, H.H.(ED) (1988): *Hazardous and toxic materials: safe handling and disposal*. New York, John Wiley & Sons.
- FERNÁNDEZ- CASTRO, J. (1991): "Actividades industriales contaminantes en el ámbito municipal", en *Ingeniería Municipal*, nº 55, pp. 25-34.
- FERT, V. (1990): *Industrial risk prevention in Europe and in France*. Madrid, C.I.E.M.A.T.
- FONDATION EUROPÉENNE POUR L'AMÉLIORATION DES CONDITIONS DE VIE ET DE TRAVAIL (1987): *Aspects de sécurité des déchets dangereux*. Luxembourg, Office des Publications Officielles des Communautés Européennes.
- FORESTER, W.S. (ED.) (1987): *International perspectives on hazardous waste management*. London, Academic Press.
- FORTUNA, R.C.; LENNET, D.J. (1987): *Hazardous waste regulations: the new era. An analysis and guide to RCRA and the 1984 amendments*. New York, McGraw-Hill.
- FREEMAN, H. (1986): *Innovative thermal processes for treating hazardous wastes*. Lancaster- Pensilvania, Technomic.
- GARCÍA LOZANO, E. (1988): "Residuos tóxicos y peligrosos", en *Semana de Estudios Superiores de Urbanismo, XII*, Granada, INAP/CEMCI, pp. 117-186.
- GOW, H.B.F. - KAY, R.W. (EDS) (1988): *Emergency planning for industrial hazards*. European Conference. London-New York, Elsevier.
- GRIFFIN, R.D. (1988): *Principles of hazardous materials management*. Chelsea, Michigan, Lewis.
- GRISHAM, J. W. (ED.) (1986): *Health aspects of the disposal of waste chemicals*. New York, Pergamon.
- GRUPO ENTORNO (1994): *Catálogo de la oferta de suelo industrial en Andalucía*. Sevilla, I.F.A., Junta de Andalucía.
- HAQUE, R.(ED) (1980): *Dynamics, exposure and hazard assesment of toxic chemicals*. Michigan, Ann Arbor Science.
- HARVEY, M. ET AL. (1979): "Cognition of a hazardous environment: Reactions to Buffalo Airport noise", en *Economic Geography*, nº 4, Vol. 55, pp. 263-286.
- HARRIS, S. Y OTROS (1992): *Community documentation centre on industrial risk: comparison of L.P.G. Related Regulations*. Commission European Com. Joint.
- HEALTH AND SAFETY COMISION (1978): *Canvey, an investigation of potential hazards from operations in the Canvey Island Thurrock area*. London, Health and Safety Commission.
- HIGGINS, T.E. (1989): *Hazardous waste minimization handbook*. Chelsea, Michigan, Lewis.
- HOLDEN, T. (1989): *How to select hazardous waste treatment technologies for soils and sludges: alternative, innovative and emerging technologies*. New Jersey, Park Ridge.
- IDEA (1982): *La recuperación de los recursos de los residuos*. 745 p. Madrid, Asociación IDEA.
- INECO (1988): *Actualización de los flujos terrestres de mercancías peligrosas en España*. Madrid, RENFE.
- INGENIEROS ASESORES (1991): *El Medio Ambiente ante los accidentes industriales*. Gijón, Ingenieros Asesores, D.L.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1973): *Estudio para mejorar la situación nacional en materia de prevención de accidentes en la industria minera*. Almería. Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1973): *Estudio para mejorar la situación nacional en materia de prevención de accidentes en la industria minera*. Granada. Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1973): *Estudio para mejorar la situación nacional en materia de prevención de accidentes en la industria minera*. Huelva. Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1973): *Estudio para mejorar la situación nacional en materia de prevención de accidentes en la industria minera*. Málaga. Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1975): *Estudio para mejorar la situación nacional en materia de prevención de accidentes en la industria minera (Deducciones estadísticas y síntesis general)* Madrid (Joan-Madrid). Madrid, I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1986): *Calidad y contaminación de las aguas subterráneas en las Comunidades autónomas. Reestructuración y síntesis cartográfica de datos de análisis químicos*. Andalucía. Madrid, I.T.G.E.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO Y GEOMINERO DE ESPAÑA (1991): *Actuaciones para la protección de las aguas subterráneas frente a vertidos accidentales de sustancias contaminantes*. Madrid, I.T.G.M.E.
- INSUR (1986): *Tráfico de mercancías peligrosas en Andalucía. Aplicaciones al estudio de posibles ubicaciones de aparcamientos para el transporte de mercancías peligrosas por carretera*. Consejería de Obras Públicas y Transportes. Junta de Andalucía.
- JONES, P.H. (1981): *Planing emergency response systems for chemical accidents*. Copenhagen, World Health Organization.
- JUNTA DE ANDALUCÍA (1993): *La seguridad minera en Andalucía*. Sevilla, Consejería de Economía y Hacienda.
- KEMLER, H. (1972): *La réglementation du transport des matières dangereuses*. Paris, Equip. Log. Trans.
- KOLACZKOWSKI, S.T.-CRITTENDEN, B.D.(EDS) (1987): *International Congress on Recent Advances in the Management Hazardous and Toxic Wastes in the Process of Industries*. New York-Viena, Elsevier Applied Science.
- KONALICK, W.W.; CUMMINGS, J.B. (1991): "Technological Innovations in Hazardous Waste Remediation", en *Journal of the Air and Waste*, vol. 41, nº 3, pp. 347-372.
- KUIJEN, C.G. (1992): "The implementation of the Seveso Directive in the Netherlands, with emphasis on transportation related establishments", en "10th Anniversary of the Seveso Directive", Cayenne 21-25 Sept.
- LEROY, O.(DIR.) (1986): *Produits chimiques et environnement: la Communauté Européenne pour une politique preventive*. Kraainem-Bruxelles. Impact Europe.
- LINDGREN, G.F. (1989): *Managing industrial hazardous waste: practical handbook*. Chelsea, Michigan, Lewis.
- LINGAARD-JORGENSEN, P.; BENDER, K. (1992): *Review of enviromental accidents and incidents*. Commission of the European Communities.
- LIPTON, S.; LYNCH, J. (1987): *Health hazard control in the chemical process industry*. New York, John Wiley & Sons.
- LÓPEZ VERA, F. (1992): *Contaminación de las aguas subterráneas*. Madrid, M.O.P.U.
- LÓPEZ-NIETO Y MALLO, F. (1986): *Manual de actividades molestas, insalubres nocivas y peligrosas*. Madrid, Tecnos.

- MAÑAS LAHOZ, J.L. (1992): *Tratado sobre el transporte de mercancías peligrosas*. Madrid, M.O.P.T.
- MAORTUA, A. (1991): "Riesgos industriales, medio ambiente y gestión de calidad total", en *Química Hoy*, vol. 8, abril, pp. 14-17.
- MARSHAL, V.C. (1987): *Major chemical hazards*. Chichester, Ellis Horwood Series in Chemical Engineering.
- MARTÍN MATEO, R. (1989): "Residuos especiales: tóxicos y peligrosos", en *Revisión de Derecho Ambiental*, n° 3, pp. 11-23, Murcia.
- MARTIN, W.F.-LIPPITT, J.M.-PROTHERO, T.G. (1987): *Hazardous waste handbook for health and safety*. Boston, Butterworths.
- MARTÍNEZ ORGADO, C. (1988): *Los residuos tóxicos y peligrosos*. Madrid, M.O.P.U.
- MICKAN, B. (1987): *Parameters characterising toxic and hazardous waste disposal sites: Management and monitoring*. Com. European Communities.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA (1981): *Inventario Nacional de focos de contaminación atmosférica provocada por la industria*. Madrid, Ministerio de Industria y Energía.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA (1989): *Plan General de residuos radiactivos*. Madrid, Ministerio de Industria y Energía.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1986): *Instrucciones de intervención para el caso de accidentes de transportes de mercancías peligrosas por carreteras*. Madrid, M.O.P.T.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1987): *Segundas Jornadas Nacionales sobre transportes de mercancías peligrosas por vía aérea*. Madrid, M.O.P.T.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1987): *Segundas Jornadas sobre el transporte de mercancías peligrosas por vía marítima*. Madrid, M.O.P.T.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1988): *Seguridad de prestatos. Recomendaciones*. Madrid, M.O.P.T.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1989): *Residuos tóxicos y peligrosos. Tratamiento y eliminación*. Madrid, M.O.P.T.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE (1993): *Estaciones y redes de vigilancia de la contaminación atmosférica en España*. Madrid, M.O.P.T.M.A.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE (1994): *Cien preguntas sobre residuos industriales. Guía práctica del productor de residuos industriales*. Madrid, M.O.P.T.M.A.
- MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO (1988): *Red Nacional de vigilancia y prevención de la contaminación atmosférica*. Madrid, Ministerio de Sanidad y Consumo.
- MINISTRY OF HOUSING, PHYSICAL PLANNING AND ENVIRONMENT (1988): *Import, export and transit of hazardous waste in the Netherlands*. The Hague, The Ministry of Housing, Physical Planning and Environment.
- MONTES PONCE DE LEÓN, M. (1991): "La seguridad industrial como medida de limitación de riesgos" en *Química Hoy*, Junio, pp.65-80.
- MORENTE, J.J. (1987): "Los residuos radiactivos a examen integral", en *Ecología, Salud y Vida Natural*, Barcelona, Vol. 10, n° 93, pp. 18-21.
- MUTKE, R. (1989): *Tratamiento de residuos industriales especiales inclusive sustancias tóxicas. 2.ª Smp. Hispano-Alemán. Técnicas de la Protección del Medio Ambiente*. Madrid-Frankfurt, Asociación Alemana de Fabricantes de Maquinaria y Plantas Industriales.
- NEMEROW, N.L. (1991): *Industrial and hazardous wastes treatment*. New York, Van Nostrand Reinhold.
- NIJS, TON C.M. DE, Y OTROS (1993): *Dutch risk assessment system for new chemicals: dranc. The Science of the Total Environment*. Amsterdam, Elsevier Science Publishers.
- O BRIEN & GERE ENGINEERS (1988): *Hazardous waste site remediation: the engineers perspective*. New York, Van Nostrand Reinhold.
- PHIFER, R.W.-MCTIGUE, W.R. (1988): *Handbook of hazardous waste management for small quantity generators*. Chelsea, Michigan, Lewis.
- RENFE (1988): *Situación actual del transporte de mercancías peligrosas en España. Comparación con algunos países de la CEE*. Madrid, RENFE.
- RENFE (1989): *Análisis comparativo ferrocarril/carretera sobre riesgos de transportes de mercancías peligrosas*. Madrid, RENFE.
- RENFE (1991): *Fichas de intervención en caso de accidentes con mercancías peligrosas*. Madrid, RENFE.
- RENFE (1993): *Condiciones generales de aplicación al transporte de mercancías peligrosas por ferrocarril*. Madrid, RENFE.
- ROMERO ALARCÓN, M. (1991): "Accidentes mayores industriales: una perspectiva medioambiental", en *MAPFRE-SEGURIDAD*, n° 40, pp. 33-40.
- ROVIE INGENIEROS (1981): *Estudio sobre residuos químicos tóxicos y peligrosos*. Madrid, D.G.M.A.
- ROVIE INGENIEROS (1982): *Vertido controlado sobre residuos tóxicos y peligrosos*. Madrid, D.G.M.A.
- SÁNCHEZ LECHUGA, P. (1994): "Medio ambiente urbano: metodología para el estudio de actividades industriales impactantes" en *VV.AA. La industria en la planificación urbana*. G.G.I.Girona pp. 105-113.
- SANZ SA, J.M. (1991): *La contaminación atmosférica*. Madrid, M.O.P.T.
- SCHLEGEL, R. (1991): "Incineración de residuos tóxicos y peligrosos". *Tecno-Ambiente*, n° 10, Madrid, pp. 49-53.
- SCHULTZ, D. (1978): *Land disposal of hazardous wastes*. Cincinnati, Environmental Protection Agency.
- SEINFELD (1978): *Contaminación atmosférica. Fundamentos físicos y químicos*. Madrid, Instituto de Estudios de Administración Local.
- SERVANT, G. (1984): *Elimination des déchets industriels: rapport au Secrétaire d'Etat chargé de L'Environnement et de la Qualité de la Vie*. Paris, La Documentation Française.
- SUBDIRECCIÓN GENERAL DE CALIDAD AMBIENTAL (1986): *La planificación de la gestión de los residuos tóxicos y peligrosos*. Madrid, M.O.P.U. - D.G.M.A.
- TASK FORCE ON REFRACTORY ORGANICS (1986): *Removal of hazardous wastes in wastewater facilities: halogenated organics. Manual of practice n° FD-11*. Washington, D.C., Water Pollution Control Federation.
- THEODORE, L.; REYNOLDS, J. (1987): *Introduction to hazardous waste incineration*. New York, John Wiley & Sons.
- TRIPPIER, D.A. (1990): "Waste management and the development of standards", en *Marine Policy*, Butterworth and Co., pp. 214-223.
- TRULL ROSET, F. (1963): *Actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas*. Barcelona, Anabasis.
- UTH, H.-J. (1992): *Principles and strategies of major accident prevention in the Federal Republic of Germany*.

- V.V.A.A. (1987): *Calificación de actividades y Medio Ambiente: la calificación de actividades en relación a su incidencia en las personas y en el medio ambiente*. Valencia, Gabinet d'Ordenacio del Territori i Medio Ambient. C.L.A.A.
- V.V.A.A. (1989): *Chemical hazards in industry. Fires and explosions*. *Chemical Hazards in Industry*, Vol. 06, Issue 11, n° 2262-2283.
- V.V.A.A. (1990): *La caracterización de los residuos tóxicos y peligrosos*. Madrid, A.E.C.C.
- V.V.A.A. (1990): *Residuos sólidos y líquidos: su mejor destino*. Puerto de la Cruz (Tenerife), A.N.Q.U.E. (Asociación Nacional de Químicos Españoles).
- V.V.A.A. (1992): *I Seminario sobre Gestión Medioambiental en la Industria*. Córdoba, Cámara Oficial de Comercio e Industria.
- V.V.A.A. (1994): *II Seminario de Industria Química y Medios de Comunicación*. Huelva, Asociación de Industrias Químicas y Básicas de Huelva.
- WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY BOARD (1988): *Hazardous waste site management*. Washington, D.C., National Academy.
- WENTZ, C.A. (1989): *Hazardous waste management*. New York, McGraw-Hill.
- WITHERS, S.M. (1987): *Safety in hazardous wastes*. European Found for the improvement.
- WITHERS, S.M. (1988): *Aspectos de seguridad de los desechos peligrosos*. Luxemburgo, Fundación Europea para la Mejora de las Condiciones de Vida y de Trabajo.
- WYNNE, B. (1992): *Community documentation centre on industrial risk: Empirical evaluation of public information on major industrial accident hazards*. Bruxelles, Commission of the European Community.
- WYNNE, B. (1987): *Risk management and hazardous waste: implementation and the dialects of credibility*. Berlin.
- ZEIGLER, D.J. Y OTROS (1981): "Evacuation from a nuclear technological disaster" en, *The Geographical Review*, New York, American Geographical Society.

**APÉNDICE  
INFORMACIÓN BÁSICA Y  
CARTOGRAFÍA  
SOBRE RIESGOS NATURALES**

**206 (A) RIESGO SÍSMICO****INFORMACIÓN BÁSICA**

---

**I. ORGANISMOS****I.1 GESTIÓN**

- \* Instituto Geográfico Nacional (IGN)
- \* Comisión Permanente de Normas Sismorresistentes (IGN)
- \* Servicio de Protección Civil. Consejería de Gobernación y Justicia. Junta de Andalucía
- \* Dirección General de Protección Civil. Ministerio del Interior.
- \* Instituto Andaluz de Geofísica y Prevención de Desastres Sísmicos (Observatorio Universitario de la Cartuja, Granada)

**I.2 INVESTIGACIÓN**

- \* Instituto Geográfico Nacional
- \* Instituto Tecnológico y Geo-Minero de España (ITGME)
- \* Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)
- \* Grupo de Investigación en Geofísica  
Instituto Andaluz de Geofísica y Prevención de Desastres Sísmicos. Universidad de Granada
- \* Grupo de Investigación en Geofísica (Almería)  
Departamento de Física Aplicada. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Granada
- \* Grupo de Investigación: Investigación Medioambiental: Ingeniería del Terreno y Riesgos Geológicos.  
Departamento de Geodinámica. Universidad de Granada

**2. SISTEMAS DE CONTROL Y SEGUIMIENTO**

---

- \* Red Sísmica Nacional (IGN)
- \* Red Sísmica del Estrecho de Gibraltar (IGN)
- \* Red Sísmica de Andalucía (Observatorio Universitario de la Cartuja)

**3. DOCUMENTACIÓN GENERAL**

---

- \* Norma de Construcción Sismorresistente (Comisión Permanente de Normas Sismorresistentes. IGN)
  - \* Catálogo General de Isosistas (Mezcua, 1982. IGN)
  - \* Banco de Datos Sismológicos (IGN)
  - \* Programa de Sismicidad Histórica (IGN/ENRESA/Consejo de Seguridad Nuclear)
  - \* Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo Sísmico (Resolución de 5 de mayo de 1995)
-

**CARTOGRAFÍA DISPONIBLE**

| ESCALAS                            | CARTOGRAFÍA DIRECTA  | CARTOGRAFÍA ASOCIADA  |
|------------------------------------|--|---|
| PEQUEÑA<br>(<=1:400.000)           | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Mapa de Peligrosidad Sísmica (IGN) E.1:2.500.000/1:6.000.000 (aprox.)</li> <li>* Mapa de Zonas Sísmicas Generalizadas de la Península Ibérica (Munuera, 1969)</li> <li>* Mapa de Riesgo Sísmico (Martín, 1983)</li> <li>* Norma Sismorresistente (IGN)</li> <li>* Mapa de Peligrosidad Sísmica (IGME, 1988) Unidad espacial: Hoja 1:50.000</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares (IGME) E.1:1.000.000</li> <li>* Mapa de Riesgo de Movimiento de Laderas en el valle del Guadalquivir (IGME) E.1:400.000</li> <li>* Mapa del Karst en España (IGME) E.1:1.000.000</li> <li>* Mapa Hidrológico de Andalucía (CHG/IGN) E.1:400.000</li> </ul> |
| INTERMEDIA<br>(1:400.000-1:50.000) | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Mapa Sismotectónico de España. Granada. (IGME) E.1:100.000</li> <li>* Mapa Sismo-estructural de la Península Ibérica y Baleares (IGME-IGC, 1966) E.1:100.000</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Mapa Geológico de España (IGME) E.1:200.000</li> <li>* Mapa Geológico de España (IGME) E.1:50.000</li> <li>* Mapa Geotécnico General (IGME) E.1:200.000</li> <li>* Atlas Geocientífico del Medio Natural. Almería (IGME) E.1:100.000</li> </ul>  |
| GRANDE<br>(>1:50.000)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Mapa Geotécnico y de Peligrosidad Natural de Ciudades (IGME) E.1:25.000/1:5.000</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Mapa Geotécnico y de Peligrosidad Natural de Ciudades. (IGME) E.1:25.000/1:5.000</li> </ul>  |

A pequeña escala, la peligrosidad sísmica ha sido cartografiada para todo el territorio nacional a partir de múltiples estudios. En todos los casos, estas macrozonaciones han sido realizadas en base a los datos recogidos por el Instituto Geográfico Nacional a través de la Red Sísmica Nacional. A esta misma escala se citan distintos documentos catalogados como cartografía asociada y que suelen recoger fenómenos cuya ocurrencia se vincula estrechamente a los episodios sísmicos (hundimientos kársticos, movimientos del terreno...). Igualmente, se cita el **Mapa Hidráulico de Andalucía** 1:400.000 (IGN/CHG), en el que se recogen los principales elementos del sistema hidráulico de la región, altamente sensibles a los eventos sísmicos, y cuya afectación suele generar a su vez situaciones catastróficas (rotura de presas, canalizaciones...).

Es, sin embargo, evidente la falta de documentos que recojan a escalas mayores este tipo de peligrosidad. Proyectos de tipo piloto (sólo existe la hoja de Granada) como el llevado a cabo con el **Mapa Sismotectónico de España** 1:100.000 (IGME), suponen un buen ejemplo de lo que debería ser el siguiente paso en la representación cartográfica de la peligrosidad sísmica (microzonación sísmica). Para ello se hace necesaria la utilización de un tipo de cartografía como la geológica o la geotécnica, que contienen la mayoría de las claves para una adecuada representación de los factores locales (topografía, litología, tectónica...) que condicionan respuestas diferentes ante un episodio sísmico.

A escalas de detalle, la información contenida en la serie del **Mapa Geotécnico y de Peligrosidad Natural de Ciudades** 1:25.000/1:5.000 (ITGME), es claramente insuficiente, cuando no inexistente, para su utilización de proyectos de microzonación sísmica en aquellas ciudades para las que esta cartografía está disponible (todas las capitales provinciales excepto Jaén y Córdoba).

## 208 (B) RIESGO DE TSUNAMIS

## INFORMACIÓN BÁSICA

## I. ORGANISMOS

## I.1 GESTIÓN

- \* Instituto Geográfico Nacional (IGN)
- \* Instituto Andaluz de Geofísica y Prevención de Desastres Sísmicos
- \* Observatorio de la Marina de San Fernando
- \* Servicio de Protección Civil. Consejería de Gobernación y Justicia. Junta de Andalucía
- \* Dirección General de Protección Civil. Ministerio del Interior

## I.2 INVESTIGACIÓN

- \* Instituto Geográfico Nacional (IGN)
- \* Instituto Tecnológico y Geo-Minero de España (ITGME)
- \* Grupo de Investigación en Geofísica  
Instituto Andaluz de Geofísica y Prevención de Desastres Sísmicos. Universidad de Granada

## 2. SISTEMAS DE CONTROL Y SEGUIMIENTO

- \* Red Sísmica Nacional (IGN)
- \* Red Sísmica de Andalucía (Observatorio Universitario de la Cartuja)
- \* Red Sísmica del Estrecho de Gibraltar (IGN)

## CARTOGRAFÍA DISPONIBLE

| ESCALAS                            | CARTOGRAFÍA DIRECTA  | CARTOGRAFÍA ASOCIADA |
|------------------------------------|--|----------------------|
| PEQUEÑA<br>( $\leq 1:400.000$ )    | * Mapa de Peligrosidad por Tsunamis y Mapa de pérdidas por tsunamis (IGME, 1988)<br>Unidad espacial: Hoja 1:50.000 |                      |
| INTERMEDIA<br>(1:400.000-1:50.000) |  |                      |
| GRANDE<br>( $> 1:50.000$ )         |  |                      |

Los mapas citados se incluyen en el estudio "**Impacto Económico y Social de los Riesgos Geológicos en España**" (IGME, 1988a). El primero, **Mapa de Peligrosidad por Tsunamis**, estima la peligrosidad asociada a la ocurrencia de tsunamis para cada una de las hojas del mapa topográfico 1:50.000 que incluyen tramo costero. La información utilizada para su elaboración ha sido extraída de los trabajos de M. Catalán en los que a su vez se integran estudios históricos y de sismotectónica.

## (C) FALLAS ACTIVAS

209

## INFORMACIÓN BÁSICA

## 1. ORGANISMOS

## 1.1 GESTIÓN

- \* Instituto Geográfico Nacional (IGN)
- \* Instituto Andaluz de Geofísica y Prevención de Desastres Sísmicos (Observatorio Universitario de la Cartuja, Granada)
- \* Ministerio de Fomento

## 1.2 INVESTIGACIÓN

- \* Instituto Geográfico Nacional (IGN)
- \* Instituto Tecnológico y Geo-Minero de España (ITGME)
- \* Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)
- \* Grupo de Investigación en Geofísica  
Instituto Andaluz de Geofísica y Prevención de Desastres Sísmicos, Universidad de Granada
- \* Grupo de Investigación en Geofísica (Almería)  
Departamento de Física Aplicada, Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Granada
- \* Grupo de Investigación: Investigación Medioambiental: Ingeniería del Terreno y Riesgos Geológicos  
Departamento de Geodinámica, Universidad de Granada

## 2. SISTEMAS DE CONTROL Y SEGUIMIENTO

- \* Red Sísmica Nacional (IGN)
- \* Red Sísmica del Estrecho de Gibraltar (IGN)
- \* Red Sísmica de Andalucía (Observatorio Universitario de la Cartuja)

## CARTOGRAFÍA DISPONIBLE

| ESCALAS                            | CARTOGRAFÍA DIRECTA   | CARTOGRAFÍA ASOCIADA  |
|------------------------------------|---|---|
| PEQUEÑA<br>( $\leq 1:400.000$ )    | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares (IGME) E.1:1.000.000</li> <li>* Mapa de Peligrosidad por Fallas Activas (IGME, 1988) Unidad espacial: Hoja 1:50.000</li> </ul> | * Mapa del Karst en España (ITGE) E.1:1.000.000   |
| INTERMEDIA<br>(1:400.000-1:50.000) |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Mapa de Síntesis Geológica (IGME) E.1:200.000</li> <li>* Mapa Geológico de España (IGME) E.1:50.000</li> </ul> |
| GRANDE<br>( $> 1:50.000$ )         | * Mapa Geotécnico y de Peligrosidad Natural de Ciudades (ITGME) E.1:25.000/1:5.000  | * Mapa Geotécnico y de Peligrosidad Natural de Ciudades (IGME) E.1:25.000/1:10.000  |

Como cartografía directa a pequeña escala se incluyen los mapas extraídos del estudio, "Impacto Económico y Social de los Riesgos Geológicos en España" (IGME, 1988a), Mapa de Peligrosidad por Fallas Activas y Mapa de Pérdidas por Fallas Activas. Para la elaboración del primero de estos mapas se han manejado criterios de neotectónica y sismicidad referenciados espacialmente en las hojas del mapa topográfico 1:50.000. Igualmente, se cita el **Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares**, que aunque no representa niveles de peligrosidad de forma directa, sí permite la extracción de aquellas alineaciones con actividad neotectónica.

A escala de detalle se incluye el **Mapa Geotécnico y de Peligrosidad Natural de Ciudades** (ITGME). Al igual que se comentaba anteriormente, esta serie de cobertura muy limitada, no presenta una zonificación específica en relación con esta problemática, si bien se suele incluir en la memoria un apartado especial dedicado a la actividad neotectónica donde se localizan de forma precisa las alineaciones más problemáticas.

Como cartografía asociada se citan dos ejemplos. El primero a escala de reconocimiento es el **Mapa del Karst en España**. La estrecha relación existente entre la actividad neotectónica y los fenómenos kársticos de hundimientos hace aconsejable la combinación de cartografía donde se localicen y caractericen los sistemas kársticos con otra donde se recojan las principales alineaciones con actividad reciente. Por otro lado, a escala intermedia se citan los mapas geológicos que constituyen a este nivel la única fuente de información cartográfica que recoge la caracterización tectónica de toda la región.

## 210 (D) MOVIMIENTOS DE LADERAS

---

### INFORMACIÓN BÁSICA

---

#### I. ORGANISMOS

##### I.1 GESTIÓN

- \* Ministerio de Fomento
  - \* Servicio de Protección Civil. Consejería de Gobernación. Junta de Andalucía
  - \* Dirección General de Protección Civil. Ministerio del Interior
- 

##### I.2 INVESTIGACIÓN

- \* Ministerio de Fomento
  - \* Instituto Tecnológico y Geo-Minero de España (ITGME)
  - \* Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)
  - \* Grupo de Investigación: Investigación Medioambiental: Ingeniería del terreno y Riesgos Geológicos  
Departamento de Geodinámica. Universidad de Granada
-

## CARTOGRAFÍA DISPONIBLE

| ESCALAS                            | CARTOGRAFÍA DIRECTA  | CARTOGRAFÍA ASOCIADA   |
|------------------------------------|--|--|
| PEQUEÑA<br>(< 1:400.000)           | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Mapa de Síntesis de Movimientos del Terreno en España (IGME) E.1:1.000.000</li> <li>* Mapa de Riesgos de Movimientos de Ladera en el valle de Guadalquivir (ITGME) E.1:400.000</li> <li>* Mapa de Peligrosidad por Movimientos del Terreno (IGME) Unidad espacial: Hoja 1:50.000</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Mapa Geomorfoedáfico de Andalucía (AMA) E.1:400.000</li> <li>* Mapa de Lluvia útil o de Escorrentía Total (IGME) E.1:1.000.000</li> <li>* Mapa de Peligrosidad Sísmica en España (IGN) E.1:2.500.000/1:6.000.000 (aprox.)</li> <li>* Mapa de Usos y Vegetación (AMA) 1:400.000</li> </ul> |
| INTERMEDIA<br>(1:400.000-1:50.000) | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Atlas Geocientífico del Medio Natural Almería (IGME) E.1:100.000</li> <li>* Mapa Geotécnico General (ITGME) 1:200.000</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Mapa de Síntesis Geológica (ITGME)E. 1:200.000</li> <li>* Mapa Geológico de España (ITGME) E. 1:50.000</li> <li>* Mapa de Usos y Ocupación (AMA) E. 1:100.000</li> </ul>  |
| GRANDE<br>(>1:50.000)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Mapa Geotécnico y de Peligrosidad Natural de Ciudades (ITGME) E.1:25.000/1:5.000</li> </ul>   |  |

La documentación cartográfica que recoge los movimientos del terreno es insuficiente en general, siendo más pobre a medida que se aumenta el nivel escalár. Es por ello por lo que, junto con la cartografía directa que se presenta, se incluye otra de carácter asociado cuya utilidad se comenta en cada caso.

A pequeña escala, el **Mapa de Síntesis de Movimientos del Terreno en España** 1:1.000.000 (IGME), y los incluidos en el estudio "**Impacto Económico y Social de los Riesgos Geológicos en España**" (IGME, 1988a), **Mapa de Peligrosidad por Movimientos del Terreno** y **Mapa de Pérdidas por Movimientos del Terreno**, constituyen una buena base para la delimitación de las grandes áreas con problemas al respecto. Bastante más preciso es el estudio realizado por el ITGME para el valle del Guadalquivir, una de las zonas con más problemas de deslizamientos en Andalucía. Este trabajo se plasma cartográficamente en el **Mapa de Riesgos por Movimientos de Ladera en el valle del Guadalquivir** 1:400.000, elaborado a partir de la combinación de factores como litología, pendientes, régimen pluviométrico o protección por cobertura vegetal. Este documento presenta una metodología cuya aplicación simplificada a través de la combinación de mapas podría ser una buena aproximación para la obtención de mapas de peligrosidad en otros ámbitos de la región. Algunos de estos mapas se citan a modo de ejemplo como cartografía asociada. Así para cubrir factores litológicos, geomorfológicos y edafológicos podrían utilizarse los documentos, **Mapa del Cuaternario en España** 1:1.000.000 (ITGME), **Mapa de Pendientes de Andalucía** 1:400.000 (IGME), **Mapa Geomorfoedáfico de Andalucía** 1:400.000 (AMA), así como otros mapas de suelo existentes a esta escala. Por otro lado, para cubrir los factores de precipitación y cobertura vegetal podría emplearse el **Mapa de Lluvia útil o Escorrentía Superficial** 1:1.000.000, y el **Mapa de Usos y Vegetación** 1:400.000 (AMA). Por último, aparece citado un ejemplo de cartografía sobre peligrosidad sísmica, por su utilidad para señalar zonas especialmente proclives a la ocurrencia de deslizamientos al presentar estos últimos una estrecha relación con las sacudidas sísmicas.

A nivel intermedio, la cobertura de estos fenómenos es bastante pobre. El **Mapa Geotécnico General** 1:200.000 (ITGME), no presta excesiva atención a los deslizamientos, si bien suele señalar algunas zonas en las que éstos son muy destacables. En cualquier caso, constituye una buena base para la creación de cartografía derivada con el apoyo de cartografía asociada como el **Mapa de Síntesis Geológica** 1:200.000 (ITGME), y el **Mapa Geológico de España** 1:50.000 (ITGME) para factores litológicos y estructurales, y el **Mapa de Usos y Ocupación** 1:100.000 (AMA-CORINE) para el factor vegetación. Para el caso de la provincia de Almería, la peligrosidad por movimientos del terreno se encuentra bastante bien caracterizada, espacialmente en el **Atlas Geocientífico del Medio Natural de la Provincia de Almería** 1:100.000 (IGME).

Respecto a la gran escala, el **Mapa Geotécnico y de Peligrosidad Natural de Ciudades** 1:25.000/1:5.000 (ITGME) constituye el único documento que presta alguna atención a estos problemas. Es, sin embargo, claramente deficiente, tanto por la escasa cobertura de la región (seis de las ocho capitales de provincia), como por la pobreza de la información aportada.

## 212 (E) SUELOS EXPANSIVOS

## INFORMACIÓN BÁSICA

## I. ORGANISMOS

## I.1 GESTIÓN

\* Ministerio de Fomento

## I.2 INVESTIGACIÓN

- \* Instituto Tecnológico y Geo-Minero de España (ITGME)
- \* Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)
- \* Grupo de Investigación: Investigación Medioambiental: Ingeniería del Terreno y Riesgos Geológicos. Departamento de Geodinámica. Universidad de Granada
- \* Grupo de Investigación: Estructuras y Geotécnia. Departamento de Medios continuos, teoría de estructuras e ingeniería técnica. Facultad de Arquitectura. Universidad de Sevilla

## CARTOGRAFÍA DISPONIBLE

| ESCALAS                            | CARTOGRAFÍA DIRECTA  | CARTOGRAFÍA ASOCIADA |
|------------------------------------|--|----------------------|
| PEQUEÑA<br>( $\leq 1:400.000$ )    | * Mapa Previsor de Riesgos por Expansividad de Arcillas en España (ITGE/CEDEX) E.1:1.000.000<br>* Mapa de Peligrosidad por Suelos Expansivos (IGME, 1988) Unidad espacial: Hoja 1:50.000 |                      |
| INTERMEDIA<br>(1:400.000-1:50.000) | * Mapa Geotécnico General (IGME) E.1:200.000<br>* Mapa Geológico de España (IGME) E.1:50.000   |                      |
| GRANDE<br>( $> 1:50.000$ )         | * Mapa Geotécnico y de Peligrosidad Natural de Ciudades (ITGE) E.1:25.000/1:5.000  |                      |

En líneas generales, puede decirse que existe una buena representación cartográfica de este fenómeno en los distintos niveles escalares a excepción del nivel de detalle; el escaso cubrimiento a gran escala de este fenómeno se compensa en cualquier caso con la abundancia de estudios geotécnicos que de forma puntual se llevan a cabo asociados a la construcción y la obra pública, y que constituyen una magnífica fuente de información para utilizar en la planificación local.

A pequeña escala, el **Mapa Previsor de Riesgos por Expansividad de Arcillas en España** 1:1.000.000 (IGME/CEDEX), elaborado a partir de la combinación de factores litológicos, climáticos y de cobertura vegetal, constituye un documento fundamental para la localización de este tipo de peligrosidad a nivel regional. A partir de dicho mapa fueron derivados los también citados **Mapa de Peligrosidad por Suelos Expansivos** y **Mapa de Pérdidas por Suelos Expansivos**, incluidos en el trabajo "**Impacto Económico y Social de los Riesgos Geológicos en España**" (IGME, 1988a). En ambos casos se utiliza como unidad espacial de referencia la hoja 1:50.000 del mapa topográfico.

En el nivel intermedio, el **Mapa Geotécnico General** 1:200.000, cuya serie cubre la totalidad del territorio andaluz, suele incluir en las zonificaciones que presenta la problemática en relación con los suelos expansivos.

Igualmente y con un mayor nivel de detalle (1:25.000/1:5.000), en el **Mapa Geotécnico y de Peligrosidad Natural de Ciudades** se localizan y explican estos problemas, si bien en este caso la cobertura sólo afecta a seis de las ocho capitales provinciales de Andalucía (faltan Jaén y Córdoba).

**(F) RIESGOS ASOCIADOS AL KARST**

213

**INFORMACIÓN BÁSICA****I. ORGANISMOS****I.1 GESTIÓN**

- \* Ministerio de Fomento
- \* Instituto Tecnológico y Geo-Minero de España (ITGME)

**I.2 INVESTIGACIÓN**

- \* Instituto Tecnológico y Geo-Minero de España (ITGME)
- \* Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Geología Ambiental. Departamento de Geodinámica. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada

**CARTOGRAFÍA DISPONIBLE**

| ESCALAS                            | CARTOGRAFÍA DIRECTA   | CARTOGRAFÍA ASOCIADA   |
|------------------------------------|---|--|
| PEQUEÑA<br>(< 1:400.000)           | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Mapa del Karst en España (ITGME) E.1:1.000.000</li> <li>* Mapa de Peligrosidad por Hundimientos (IGME, 1988) Unidad espacial: Hoja 1:50.000</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares (IGME) E.1:1.000.000</li> <li>* Mapa de Peligrosidad Sísmica en España (IGN) E.1:2.500.000/1:6.000.000(aprox.)</li> </ul> |
| INTERMEDIA<br>(1:400.000-1:50.000) | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Mapa Geotécnico General (ITGME) E. 1:200.000</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Mapa de Síntesis Geológica (ITGME) E.1:200.000</li> <li>* Mapa Geológico España (ITGME) E.1:50.000</li> </ul>   |
| GRANDE<br>(>1:50.000)              |   |  |

A pesar de que el **Mapa del Karst en España** (IGME) no recoge de forma explícita la peligrosidad asociada a los sistemas kársticos, sí es el único documento que de forma general recoge una precisa caracterización del karst en España, a partir de la cual pueden obtenerse las zonas donde potencialmente se dan procesos peligrosos (hundimientos, filtraciones en presas...). Así, es este el documento básico utilizado por el propio IGME para derivar sus **Mapas de Peligrosidad por Hundimientos** y **Mapa de Pérdidas por Hundimientos**, ambos incluidos en el estudio "**Impacto Económico y Social de los Riesgos Geológicos en España**" (IGME, 1988a).

A escala intermedia, el **Mapa Geotécnico General** (IGME) suele diferenciar en su zonificación aquellas áreas caracterizadas por su naturaleza kárstica, que quedan generalmente catalogadas como restrictivas para los usos constructivos.

Por lo que se refiere a la cartografía asociada, se han incluido una serie de documentos en los que se recogen factores estrechamente vinculados al acaecimiento de episodios y procesos kársticos peligrosos, entre los que hay que destacar la sismicidad y la tectónica (cartografía sísmica, geotectónica...).

**214 (G) SUBSIDENCIAS ANTRÓPICAS****INFORMACIÓN BÁSICA**

---

**I. ORGANISMOS****I.1 GESTIÓN**

- \* Ministerio de Fomento
- \* Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
- \* Confederaciones Hidrográficas
- \* Instituto Tecnológico y Geo-Minero de España (ITGME)
- \* Consejería de Obras Públicas y Transportes
- \* Consejería de Agricultura y Pesca
- \* Consejería de Medio Ambiente

**I.2 INVESTIGACIÓN**

- \* Instituto Tecnológico y Geo-Minero de España (ITGME)
  - \* Centro de Estudios y Experimentación en Obras Públicas (CEDEX). Centro de Estudios Hidrográficos
  - \* Grupo de Investigación en Recursos Hídricos. Departamento de Geodinámica. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada
  - \* Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Geología Ambiental. Departamento de Geodinámica. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada
- 

**2. SISTEMAS DE CONTROL Y SEGUIMIENTO**

- \* Plan Nacional de Aguas Subterráneas (ITGME)
  - \* Programa Nacional de Gestión y Conservación de Acuíferos (ITGME)
- 

**3. DOCUMENTACIÓN GENERAL**

- \* Plan Hidrológico Nacional
  - \* Archivo Nacional de Puntos Acuíferos (ITGME)
  - \* Estudios Hidrogeológicos para el Abastecimiento de Núcleos Urbanos (ITGME)
  - \* Estudios Hidrogeológicos por Cuencas Hidrográficas (ITGME)
-

| CARTOGRAFÍA DISPONIBLE             |                     |  |
|------------------------------------|---------------------|--|
| ESCALAS                            | CARTOGRAFÍA DIRECTA | CARTOGRAFÍA ASOCIADA   |
| PEQUEÑA<br>(< 1:400.000)           |                     | * Mapa Hidráulico de Andalucía (IGN-CHG)<br>E.1:400.000<br>* Mapa Hydroclimático (AMA) E.1:400.000   |
| INTERMEDIA<br>(1:400.000-1:50.000) |                     | * Mapa de Síntesis Geológica (ITGME) E.1:200.000<br>* Mapa Geológico de España (ITGME) E.1:50.000<br>* Mapa Hidrogeológico (ITGME) E.1:200.000 |
| GRANDE<br>(>1:50.000)              |                     |  |

No existiendo ningún tipo de cartografía directa que recoja este tipo de riesgos, se han incluido en el bloque de cartografía asociada dos tipos de mapas que podrían ser útiles de cara a obtener información sobre estos problemas relacionados, generalmente, con la sobreexplotación de acuíferos.

En primer lugar, tanto el **Mapa Hidráulico de Andalucía** (IGN/CHG) como el **Mapa Hydroclimático de Andalucía** (AMA), ambos a escala 1:400.000, recogen los sistemas acuíferos en la región, especificando su naturaleza detritica o kárstica. La inclusión en esta base de la información relativa a la sobreexplotación de acuíferos proveniente de los estudios del ITGME e incluida en el presente trabajo (figura 2.15), permitiría una primera clasificación de los mismos a modo de aproximación a la delimitación de zonas potencialmente subsidentes. Una vez completada esta información con otra más detallada sobre factores hidrogeológicos, litológicos y estructurales (**Mapa Hidrogeológico, Mapa Geológico**), podría obtenerse una idea más precisa sobre áreas especialmente proclives al acaecimiento de este tipo de fenómenos.

## 216 (H) INUNDACIONES

---

### INFORMACIÓN BÁSICA

---

#### I. ORGANISMOS

##### I.1 GESTIÓN

- \* Comisión Técnica de Emergencias por Inundaciones. Dirección General de Protección Civil. Ministerio del Interior
  - \* Ministerio de Fomento
  - \* Confederaciones Hidrográficas
  - \* Instituto Nacional de Meteorología (INM)
  - \* Consejería de Obras Públicas y Transportes
  - \* Consejería de Gobernación y Justicia
- 

##### I.2 INVESTIGACIÓN

- \* Comisión Técnica de Emergencia por Inundaciones. Dirección General de Protección Civil
  - \* Instituto Tecnológico y Geo-Minero de España (ITGME)
  - \* Centro de Estudios y Experimentación en Obras Públicas (CEDEX). Centro de Estudios Hidrológicos
  - \* Grupo de Investigación Ordenación Agrohidrológica de Cuencas Hidrográficas. Departamento de Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Málaga
  - \* Grupo de Investigación Recursos Naturales, Ordenación de Territorio y Medio Ambiente  
Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Granada
- 

#### 2. SISTEMAS DE CONTROL Y SEGUIMIENTO

- \* Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH). Cuenca Hidrográfica del Sur de España
  - \* PREVIMET (I.N.M)
- 

#### 3. DOCUMENTACIÓN GENERAL

- \* Las Inundaciones en España. Informe General. (MOPU)
  - \* Estudio de Inundaciones Históricas. Mapa de Riesgos Potenciales. (Por cuencas hidrográficas). (MOPU)
  - \* Estudio de las Acciones para Prevenir y Reducir los Daños Ocasionados por Inundaciones. (Por cuencas hidrográficas). (MOPU)
  - \* Plan Hidrológico Nacional (Directrices, estudios previos...).
  - \* Directriz Básica de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones ((Resolución de 31 de enero de 1995).
-

**CARTOGRAFÍA DISPONIBLE**

| ESCALAS                            | CARTOGRAFÍA DIRECTA  | CARTOGRAFÍA ASOCIADA  |
|------------------------------------|--|---|
| PEQUEÑA<br>(≤ 1:400.000)           | * Mapa de Peligrosidad por Inundaciones (IGME, 1988) Unidad espacial: Hoja 1:50.000  | * Mapa de Riesgo de Movimiento de Laderas en el valle del Guadalquivir (IGME) E.1:400.000<br>* Mapa de Estados Erosivos en el valle del Guadalquivir (ICONA) E.1:400.000<br>* Proyecto LUCDEME. Granada-Almería (ICONA) E.1:500.000<br>* Mapa Hidráulico de Andalucía (CHG/IGN) E.1:400.000 |
| INTERMEDIA<br>(1:400.000-1:50.000) | * Estudio de las Inundaciones Históricas. Mapa de Riesgos Potenciales (por cuencas) (CNPC) E.1:200.000<br>* Estudio de las Acciones para Prevenir y Reducir los Daños Ocasionados por Inundaciones (por cuencas) (CNPC) E.1:100.000<br>* Atlas Geocientífico del Medio Natural. Almería (IGME) E.1:100.000 | * Proyecto LUCDEME. Granada-Almería (ICONA) E.1:100.000<br>* Atlas Geocientífico del Medio Natural Almería (IGME) E.1:100.000   |
| GRANDE<br>(>1:50.000)              | * Mapa Previsor de Riesgos de Inundaciones para Núcleos Urbanos de Andalucía y Extremadura (IGME) E.1:25.000-5.000<br>* Mapa Geotécnico y de Peligrosidad Natural de Ciudades (ITGE) E.1:25.000/1:5.000  | * Mapa Geotécnico y de Peligrosidad Natural de Ciudades (ITGE) E.1:25.000/1:5.000   |

Respecto a la escala pequeña se recogen los mapas incluidos en el estudio del IGME "**Impacto Económico y Social de los Riesgos Geológicos en España**" (**Mapa de Peligrosidad por Inundaciones** y **Mapa de Pérdidas por Inundaciones**). Estos mapas han sido elaborados en base a los estudios llevados a cabo por la Comisión Técnica de Emergencias por Inundaciones (Comisión Nacional de Protección Civil), teniendo como referencia espacial la hoja del mapa topográfico 1:50.000.

Los citados estudios generaron una completa información cartográfica a escala intermedia (1:100.000 y 1:200.000), que hoy por hoy constituye la documentación más útil de cara a la gestión de los riesgos por inundaciones a nivel subregional, al tiempo que una excelente base para la realización de estudios de mayor detalle. En estos trabajos elaborados para cada una de las cuencas hidrográficas (está cubierto todo el territorio nacional), se señalan tanto las zonas conflictivas con su consiguiente nivel de peligro (**Estudio de Inundaciones Históricas. Mapa de Riesgos Potenciales**) como las acciones y recomendaciones más pertinentes para la reducción de la vulnerabilidad de dichas zonas a través de medidas estructurales y de ordenación territorial (**Estudio de las Acciones para Prevenir y Reducir los Daños Ocasionados por Inundaciones**).

A gran escala, el trabajo del IGME, **Mapa Previsor de Riesgos de Inundaciones para Núcleos Urbanos de Andalucía y Extremadura**, presenta un gran interés y su metodología debería servir como modelo para la elaboración de mapas de riesgos de inundaciones a nivel local. Las escalas manejadas son 1:25.000 para el entorno urbano, y 1:5.000 para todo el núcleo urbano o una parte especialmente problemática del mismo, y su cubrimiento afecta a catorce núcleos andaluces. Por lo que se refiere al **Mapa Geotécnico y de Peligrosidad Natural de Ciudades** (ITGME), aunque suele incluir alguna referencia al problema de las inundaciones, no llega a plantear ningún tipo de zonificación en base a este criterio.

Por último y en referencia a la cartografía asociada, hay que decir que los ejemplos que se citan en los tres niveles escalares responden a la idea de presentar documentos en los que se recogen distintos tipos de fenómenos cuya probabilidad de acaecimiento se incrementa durante los episodios de inundación, o bien cuya ocurrencia incrementa los efectos de estos episodios o incluso llega a ser un factor esencial en su génesis (movimientos del terreno, erosión...). El caso concreto del **Mapa Hidráulico de Andalucía** (IGN/CHG) se expone como ejemplo de documento en el que se representan los elementos más importantes del sistema hidráulico de Andalucía (presas, canalizaciones, etc.) cuya afectación por fenómenos de inundaciones suele motivar generalmente una intensificación de los daños.

**218 (I) ALUDES****INFORMACIÓN BÁSICA****I. ORGANISMOS****I.1 GESTIÓN**

- \* CETURSA (Centros Turísticos, S.A)
- \* Instituto Nacional de Meteorología (INM)

**I.2 INVESTIGACIÓN**

- \* Grupo de Investigación: Investigación Medioambiental: Ingeniería del Terreno y Riesgos Geológicos. Departamento de Geodinámica. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.

**CARTOGRAFÍA DISPONIBLE**

| ESCALAS                            | CARTOGRAFÍA DIRECTA  | CARTOGRAFÍA ASOCIADA |
|------------------------------------|--|----------------------|
| PEQUEÑA<br>(< 1:400.000)           |  |                      |
| INTERMEDIA<br>(1:400.000-1:50.000) | * Mapa de localización probable de aludes<br>(Durán et al; en prensa) E.1:50.000 (Granada) |                      |
| GRANDE<br>(>1:50.000)              |  |                      |

**(J) EROSIÓN COSTERA****INFORMACIÓN BÁSICA****1. ORGANISMOS****1.1 GESTIÓN**

\* Ministerio de Fomento

**1.2 INVESTIGACIÓN**

\* Instituto Español de Oceanografía (IEO)

\* Instituto Tecnológico y Geo-Minero de España (ITGME)

\* Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)

Centro de Estudios de Puertos y Costas

\* Grupo de Investigación Ordenación del Litoral y Tecnologías de Información Territorial. Facultad de Geografía e Historia. Departamento de Geografía Física y AGR. Universidad de Sevilla

**2. DOCUMENTACIÓN GENERAL**

\* Estudios de la Dinámica Litoral en las Costas Españolas. Centro de Estudios de Puertos y Costas

**CARTOGRAFÍA DISPONIBLE**

| ESCALAS                            | CARTOGRAFÍA DIRECTA  | CARTOGRAFÍA ASOCIADA   |
|------------------------------------|--|--|
| PEQUEÑA<br>( $< 1:400.000$ )       | * Peligrosidad por Erosión Costera (IGME, 1988)<br>Unidad espacial: Hoja 1:50.000  |  |
| INTERMEDIA<br>(1:400.000-1:50.000) | * Mapa Geocientífico del Medio Natural.<br>Almería (IGME) E.1:100.000<br>* Mapas Fisiográfico del Litoral (COPT/AMA)<br>E.1:50.000 |  |
| GRANDE<br>( $> 1:50.000$ )         |  | * Cartografía del Plan Indicativo de Usos del<br>Dominio Público Litoral (MOP, 1977) E.1:5.000 |

A escala regional, el estudio "**Impacto Económico y Social de los Riesgos Geológicos en España**" (IGME, 1988a), trasladada a cada una de las hojas del mapa topográfico 1:50.000 con tramo litoral, la información que sobre problemas de erosión costera se incluye en los "**Estudios de la Dinámica Litoral de las Costas Españolas**" (CEDEX). Como resultado se obtienen el **Mapa de Peligrosidad por Erosión Costera** y el **Mapa de Pérdidas por Erosión Costera**.

En el nivel intermedio, existen trabajos como el **Atlas Geocientífico del Medio Natural de la Provincia de Almería** 1:100.000 (IGME), en el que se señalan los distintos tramos costeros de esta provincia sometidos a procesos de erosión. Un cubrimiento más sistemático de este problema se tendrá una vez terminada la serie del **Mapa Fisiográfico del Litoral Andaluz** 1:50.000. En la actualidad de las 15 hojas que componen la serie, sólo existen publicadas siete, que cubren casi todo el sector atlántico así como el levante almeriense.

Como cartografía asociada y subiendo a las escalas de detalle hay que señalar la que se incluye en el **Plan Indicativo de Usos del Dominio Público Litoral** (MOP). A pesar de su falta de actualización, este trabajo constituye el único documento que a una escala de detalle (1:5.000) cubre todo el litoral andaluz, con especificación del tipo de costa (características topográficas y litológicas) así como de los usos más recomendables. Es, por tanto, una excelente base para el estudio y valoración de la vulnerabilidad de la costa frente a los fenómenos de erosión, tanto desde un punto de vista físico como económico (usos existentes y recomendables).

## 220 (K) SEQUÍAS

---

**INFORMACIÓN BÁSICA**

---

**I. ORGANISMOS**

## I.1 GESTIÓN

- \* Ministerio de Fomento
  - \* Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
  - \* Confederaciones Hidrográficas
  - \* Consejería de Salud. Junta de Andalucía
  - \* Consejería de Obras Públicas y Transportes
  - \* Consejería de Agricultura y Pesca
  - \* Consejería de Medio Ambiente
- 

## I.2 INVESTIGACIÓN

- \* Instituto Tecnológico y Geo-Minero de España (ITGME)
  - \* Instituto Nacional de Meteorología (INM)
  - \* Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX)
  - \* Grupo de Investigación en Recursos Hídricos. Departamento de Geodinámica. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada
  - \* Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Geología Ambiental. Departamento de Geodinámica. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada
  - \* Grupo de Investigación: Ciencias Territoriales y Ambientales. Departamento de Geografía Humana. Facultad de Geografía e Historia. Universidad de Sevilla
  - \* CENTA (Centro de Estudios de Nuevas Tecnologías del Agua)
- 

**2. SISTEMAS DE CONTROL Y SEGUIMIENTO**

- \* Plan Nacional de Aguas Subterráneas (ITGME)
  - \* Programa Nacional de Gestión y Conservación de Acuíferos
  - \* Consejo Andaluz por el Agua
- 

**3. DOCUMENTACIÓN GENERAL**

- \* Plan Hidrológico Nacional
  - \* Archivo Nacional de Puntos Acuíferos (ITGME)
  - \* Estudios Hidrogeológicos para el Abastecimiento de Núcleos Urbanos (ITGME)
  - \* Estudios Hidrogeológicos por Cuencas Hidrográficas (ITGME)
-

**(L) GRANIZO, HELADAS Y OLAS DE FRÍO O CALOR**

221

**INFORMACIÓN BÁSICA**

---

**1. ORGANISMOS****1.1 GESTIÓN**

- \* Instituto Nacional de Meteorología (INM)
  - \* Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
  - \* Consejería de Agricultura y Pesca
- 

**1.2 INVESTIGACIÓN**

- \* Instituto Nacional de Meteorología (INM)
  - \* Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
  - \* Consejería de Agricultura y Pesca
- 

**2. SISTEMAS DE CONTROL Y SEGUIMIENTO**

- \* Programa Nacional de Defensa contra el Granizo. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
- 

**3. DOCUMENTACIÓN GENERAL**

- \* Atlas Climático de España I.N.M (1983)
-

## 222 (M) VIENTOS VIOLENTOS

**INFORMACIÓN BÁSICA****I. ORGANISMOS**

## I.1 GESTIÓN

- \* Instituto Nacional de Meteorología (INM)
- \* Ministerio de Fomento
- \* Ministerio de Industria

## I.2 INVESTIGACIÓN

- \* Instituto Nacional de Meteorología (INM)
- \* Instituto de Energías Renovables (CIEMAT)
- \* Sociedad para el Desarrollo Energético en Andalucía (SODEAN)
- \* Sociedad Eólica de Andalucía

**2. DOCUMENTACIÓN GENERAL**

- \* Normas Básicas de Edificación (MOPU, 1988)

**CARTOGRAFÍA DISPONIBLE**

## ESCALAS

## CARTOGRAFÍA DIRECTA

## CARTOGRAFÍA ASOCIADA

PEQUEÑA  
(< 1:400.000)

- \* Mapa Eólico Nacional (INM)
- \* Mapa de Zonas Eólicas (MOPU)
- \* Mapa del Recorrido Medio del Viento (INM)
- \* Mapa de Peligrosidad por Vientos Fuertes (MAPFRE, 1992)

INTERMEDIA  
(1:400.000-1:50.000)GRANDE  
(> 1:50.000)

Todos los documentos citados son mapas levantados a nivel nacional a partir de información extraída de los observatorios meteorológicos, en los que se recogen a grandes rasgos zonas con probabilidad de ocurrencia de vientos violentos. En todos los casos, se trata de zonificaciones de poco detalle, pudiéndose citar como ejemplo el estudio más reciente (Mapfre, 1992) en el que no se supera el nivel provincial como unidad espacial de referencia.

**(N) CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA****INFORMACIÓN BÁSICA**

---

**I. ORGANISMOS****I.1 GESTIÓN**

- \* Ministerio de Fomento
  - \* Instituto Nacional de Meteorología (INM)
  - \* Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía
  - \* Consejería de Salud y Consumo. Junta de Andalucía
  - \* Consejería de Gobernación y Justicia
- 

**I.2 INVESTIGACIÓN**

- \* Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía
  - \* Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía
  - \* Grupo de Investigación Ingeniería Ambiental y de Procesos. Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. Universidad de Sevilla
- 

**2. SISTEMAS DE CONTROL Y SEGUIMIENTO**

- \* Red de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica (Consejería de Medio Ambiente)
- 

**3. DOCUMENTACIÓN GENERAL**

- \* Elaboración de Mapas de Contaminantes Atmosféricos en Andalucía (Consejería de Medio Ambiente)
-

**224 (O) INCENDIOS FORESTALES****INFORMACIÓN BÁSICA**

---

**I. ORGANISMOS****I.1 GESTIÓN**

- \* Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Servicio de Prevención de Incendios y Restauración Forestal
  - \* Instituto para la Conservación de la Naturaleza (ICONA)
  - \* Consejería de Gobernación y Justicia
- 

**I.2 INVESTIGACIÓN**

- \* Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Servicio de Prevención de Incendios y Restauración Forestal
  - Servicio de Evaluación de Recursos Naturales
- 

**2. SISTEMAS DE CONTROL Y SEGUIMIENTO**

- \* Plan INFOCA
- 

**3. DOCUMENTACIÓN GENERAL**

- \* Manual de Predicción del Peligro de Incendios Forestales (ICONA)
  - \* Plan de Lucha contra los Incendios Forestales en la comunidad autónoma de Andalucía. (INFOCA)
  - \* Planes Provinciales de Defensa contra Incendios
  - \* Planes Comarcales de Defensa contra Incendios
  - \* Planes Municipales de Defensa contra Incendios
  - \* Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Incendios Forestales (Orden de 2 de abril de 1993).
-

**CARTOGRAFÍA DISPONIBLE**

| ESCALAS                            | CARTOGRAFÍA DIRECTA  | CARTOGRAFÍA ASOCIADA  |
|------------------------------------|--|---|
| PEQUEÑA<br>(< 1:400.000)           | * Mapa de Frecuencia, Intensidad y Número de Incendios en España<br>Cuadrículas UTM 10x10 (ICONA)  |   |
| INTERMEDIA<br>(1:400.000-1:50.000) | * Planes Comarcales de Lucha Contra Incendios. (INFOCA)<br>- Mapa de Riesgo de Incendio E.1:200.000<br>- Mapa de Causalidad de Incendios E.1:200.000<br>- Mapa de Inflamabilidad E.1:200.000<br>- Mapa de Grado Básico de Peligro E.1:200.000<br>- Mapa de Grado de Prioridad<br>- Mapa de Combustibles Forestales E.1:100.000<br>- Mapa de Elementos de Interés E.1:100.000 | * Mapa de Usos y Ocupación (AMA) E.1:100.000<br>* Mapa de Cultivos y Aprovechamientos (MAPA) E.1:50.000 |
| GRANDE<br>(>1:50.000)              |  |   |

A pequeña escala, los trabajos del ICONA resultan sumamente útiles a la hora de tener una idea de las áreas más problemáticas. La fuente básica manejada son series estadísticas anuales sobre número, intensidad y causalidad de incendios. Para la elaboración de los mapas esta información es trasladada a las cuadrículas UTM de 10x10 km.

A nivel intermedio, hay que destacar la cartografía incluida en los **Planes Comarcales de Lucha contra Incendios (INFOCA)** que en la actualidad sólo existen para los espacios naturales protegidos.

Como cartografía asociada se citan dos ejemplos de mapas en los que se recoge información extensa sobre formaciones vegetales. Tanto el **Mapa de Usos y Aprovechamiento** 1:50.000 (MAPA) como la serie del **Mapa de Usos y Ocupación** 1:100.000 (AMA), contienen una información de suma utilidad para la elaboración de mapas de formaciones vegetales especialmente sensibles a los incendios.

