



1990-1999

**Decenio Internacional para  
la Reducción de Desastres Naturales**

# **Las Inundaciones en la España Peninsular**

## **SINTESIS**

**Informe**

**Las Inundaciones  
en la España Peninsular**

**SINTESIS**

**Informe**

*La Comisión Nacional de Protección Civil en su reunión de 20 de mayo de 1983 constituyó una Comisión Técnica de Emergencia para Inundaciones, con la participación de los Órganos de la Administración del Estado competentes en la materia, al objeto de elaborar un estudio acerca de las medidas correctoras que deberán adoptarse en las zonas más habitualmente afectadas por las inundaciones, y de los riesgos derivados de estas situaciones.*

*El trabajo realizado por dicha Comisión en la que participaban los entonces Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Ministerio de Transporte, Turismo y Comunicaciones y Ministerio de Industria y Energía, dió lugar a la publicación de una valiosa documentación estructurada en:*

- Estudios de inundaciones históricas y mapas de riesgos potenciales.*
- Estudios de las acciones para prevenir y reducir los daños ocasionados por inundaciones de: las cuencas hidráulicas del Norte; Sur; Ebro; Pirineo Oriental, Duero, Tajo, Guadiana, Guadalquivir, Segura y Júcar; en total cuarenta y cinco volúmenes.*
- Informe de síntesis.*

***Promulgado** en 1990 por la Asamblea General de las Naciones Unidas el "Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales", se constituye en España por R. D. 1301/1990 el Comité Español del Decenio, que establece entre sus fines la difusión de la información existente y la que se obtenga en el futuro sobre medidas de evaluación, predicción, prevención y mitigación de desastres naturales.*

*El Comité Español del Decenio, considerando a este fin que a pesar del tiempo transcurrido desde la elaboración de dichos estudios, éstos mantienen gran parte de su actualidad e interés, y con el fin de rentabilizar el enorme esfuerzo realizado en su día, ha decidido proceder a la presente reimpresión.*

**COMISION NACIONAL  
DE PROTECCION CIVIL**

Ministerio de  
Obras Públicas  
y Urbanismo **MOPU**

# **LAS INUNDACIONES EN LA ESPAÑA PENINSULAR**

## **INFORME DE SINTESIS**

**DIRECCION GENERAL DE  
OBRAS HIDRAULICAS**

**MARZO 1988**

## INDICE

	<u>Página</u>
1. ANTECEDENTES	1
2. OBJETIVOS Y CONTENIDO	3
3. PRIMERA FASE. ESTUDIOS REALIZADOS	4
4. SEGUNDA FASE. ESTUDIOS REALIZADOS	7
5. METODOLOGIA UTILIZADA	9
5.1. Mandatos del INFORME	9
5.2. Desglose de actividades	10
5.3. Inundaciones históricas	11
5.4. Zonas de riesgos potencial	12
5.4.1. Causas de las inundaciones	13
5.4.2. Emplazamiento de las zonas	13
5.4.3. Procedimiento de clasificación jerarquizada	14
5.4.4. Descripción de la matriz de impacto	15
5.5. Acciones para prevenir y reducir los daños	20
5.5.1. Introducción	20
5.5.2. Definición y localización de zonas	20
5.5.3. Acciones preventivas analizadas	21
6. RESULTADOS OBTENIDOS	22
6.1. Introducción	22
6.2. Inundaciones históricas	23
6.2.1. Periodos investigados	23
6.2.2. Frecuencias observadas	24
6.2.3. Fichas de inundaciones históricas	25
6.2.4. Cuadros sinópticos	27
6.2.5. Mapa de inundaciones históricas	29
6.2.6. Resumen y conclusiones	30
6.3. Zonas de riesgo potencial	35
6.3.1. Emplazamiento	35
6.3.2. Jerarquización	36
6.3.3. Conclusiones	37

6.4. Acciones para prevenir y reducir los daños	40
6.4.1. Datos obtenidos	40
6.4.2. Resumen y conclusiones	47
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
7.1. Esquema general	52
7.2. Inundaciones históricas	54
7.3. Zonas de riesgo potencial	57
7.4. Acciones para prevenir y reducir los daños	59
7.5. Actividades futuras	61

ANEXO I. INUNDACIONES HISTORICAS

ANEXO II. ZONAS DE RIESGO POTENCIAL DE INUNDACION

ANEXO III. ACCIONES RECOMENDADAS

MAPA DE INUNDACIONES HISTORICAS

MAPA DE ZONAS DE RIESGO POTENCIAL

MAPA DE ACCIONES RECOMENDADAS:

PRESAS, ENCAUZAMIENTOS, TRASVASES Y DRENAJES

MAPA DE ACCIONES RECOMENDADAS:

CORRECCION, REGULACION Y PROTECCION DE CAUCES

CUADRO I. FECHA DE TERMINACION DE LOS ESTUDIOS

CUADRO II. SEGUNDA FASE. DOCUMENTOS REALIZADOS

CUADRO III. COEFICIENTES DE RIESGO

CUADRO IV. INUNDACIONES HISTORICAS DETECTADAS

CUADRO V. INUNDACIONES. RECURRENCIA MEDIA

CUADRO VI. ZONAS DE RIESGO POTENCIAL

CUADRO VII. ZONAS CON RIESGO POTENCIAL ANTE LAS INUNDACIONES

CUADRO VIII. ACCIONES RECOMENDADAS

## 1. ANTECEDENTES

- . Por Real Decreto del 24 de Julio de 1980 (B.O.E. del 28 de Julio de 1980) se creó la Comisión Nacional de Protección Civil como órgano coordinador, consultivo y deliberante en materia de protección civil. Entre sus numerosas funciones se define, bajo el epigrafe d), ...*"El estudio y aprobación de los Planes de Actuación con motivo de siniestros, catástrofes, calamidades y otros acontecimientos de análoga naturaleza"*...

Es evidente que entre las catástrofes\* se encuentran las inundaciones y por ello es completamente natural que dicha Comisión acordara, en su reunión del 23 de Marzo de 1983, analizar la creación de una Comisión Técnica pluridisciplinaria encargada de ...*"estudiar las medidas correctivas y preventivas que deban acometerse por el Gobierno en las zonas habitualmente castigadas por las inundaciones y con el propósito de evitar o disminuir sus efectos"*...

- . Después de las oportunas deliberaciones se constituyó la Comisión Técnica de Emergencia por Inundaciones (C.T.E.I.) -a la que pertenece, entre otros organismos, la Dirección General de Obras Hidráulicas (D.G.O.H.)-, que, en su reunión del 20 de Mayo de 1983 decidió desglosar su cometido global y formar, entre sus miembros, cuatro Grupos de Trabajo encargados de desarrollar las diferentes tareas. Los objetivos de los grupos "1" y "2", fueron, respectivamente, los siguientes:

. *"Recopilación, clasificación y elaboración de la información de todo tipo sobre las catástrofes históricas más significativas ocasionadas por inundaciones de cualquier causa. Estudio y clasificación, por cuencas hidrográficas, de las zonas potencialmente amenazadas por riesgos de inundación y elaboración del Mapa de Riesgos correspondiente"*.

---

\* Καταστροφή. Suceso infausto que altera gravemente el orden regular de las cosas (D.R.A.E. 1984).

*"Elaboración del estudio de actuaciones y medidas de carácter preventivo, a medio y largo plazo, para corregir o disminuir los efectos de inundaciones potenciales en función de los riesgos establecidos y conocidos en cada momento".*

- La D.G.O.H. fue encargada de coordinar y encauzar los trabajos correspondientes a estos dos Grupos de Trabajo. Con objeto de organizar un programa coherente entre los objetivos propuestos y los propios de sus cometidos habituales, que coinciden en algunos puntos con los citados, redactó, siguiendo las instrucciones de la C.T.E.I. un Informe General\* que, entre otros resultados, incluía un programa de trabajo, a realizar en tres fases, de las que la primera se consideró completada con el propio INFORME. La segunda fase contempla la ejecución de unos estudios de ámbito nacional y se programó en dos etapas, en cada una de las cuales debían realizarse, respectivamente, trabajos muy semejantes a los que configuran los objetivos antes expuestos.

La tercera fase es, en realidad, un Plan de actuaciones -obras, instalaciones, procedimientos de gestión y de emergencia-, que consituyen el conjunto de actividades más aconsejables para cada cuenca, en la lucha contra las inundaciones, tanto desde el punto de vista técnico-económico como social. Teniendo en cuenta que la actual Ley de Aguas obliga (Artículo 40, apartado 1) a incluir en los Planes Hidrológicos de cuenca *...los criterios sobre estudios, actuaciones y obras para prevenir y evitar los daños debidos a inundaciones, avenidas y otros fenómenos hidráulicos...* puede asegurarse que la tercera fase se completará cuando se realicen las previsiones que, en relación con las inundaciones, contengan los mencionados Planes Hidrológicos.

---

\* "Las inundaciones en España. Informe General". Octubre 1983; en adelante se referenciará como el INFORME.

## 2. OBJETIVOS Y CONTENIDO

- . Una vez terminados los estudios correspondientes a las dos primeras fases ha parecido oportuno redactar el presente documento de síntesis\* en el que se reseñan, brevemente, los correspondientes a la primera ya que está dedicado, especialmente, a presentar y describir los relativos a la segunda. El hecho de que, conforme a las conclusiones del INFORME, se hayan utilizado procedimientos homólogos para la ejecución de los estudios en todas las cuencas hidrográficas recomienda describirlos en la SINTESIS, siquiera sea sucintamente, antes de presentar los resultados encontrados.
- . Con el fin de facilitar el análisis comparativo de los resultados analíticos correspondientes a las distintas cuencas hidrográficas se han utilizado, frecuentemente, cuadros en los que se resume la información, relegando a Anexos los datos más detallados. De la misma forma se han diseñado y realizado varios mapas, escala 1:1.000.000, en los que se presenta, para todo el territorio peninsular, los hechos más sobresalientes detectados por cuanto se refiere a las inundaciones históricas, así como el emplazamiento y jerarquía relativa de todas las zonas del país con algún riesgo potencial ante las inundaciones y, por último, las acciones recomendadas en cada una de ellas.
- . En consecuencia, este informe de SINTESIS comienza por recordar los estudios realizados durante la primera fase, reseña el contenido de los documentos en que se han plasmado los correspondientes a la segunda fase, y describe después la metodología utilizada en la ejecución de éstos. Finalmente, resume los resultados encontrados para cada uno de los tres grandes temas analizados durante esta segunda fase: a) Inundaciones históri-

---

\* Referenciado siempre como SINTESIS.

cas; b) Zonas con riesgo potencial ante las inundaciones, y c) Acciones para prevenir y reducir los daños.

- . Como es natural también se incluyen unas conclusiones generales relacionadas con la problemática global de las inundaciones en la Península y unas recomendaciones sobre el desarrollo de la tercera fase del Plan.

### 3. PRIMERA FASE. ESTUDIOS REALIZADOS

- . En el INFORME, con el que se cerró la primera fase, se recogieron y sintetizaron, a nivel nacional, los antecedentes directos disponibles y se indicaron y recensaron los datos cuyo conocimiento se consideró necesario para desarrollar el Programa. Por otra parte, la obvia conveniencia de homogeneizar al máximo los estudios a realizar en las diferentes cuencas hidrográficas, aconsejó definir, e incluir en el INFORME, una "Metodología", relativa a los medios que existen para prevenir y reducir los daños que pueden ocasionar las inundaciones, a fin de emplearla, con carácter general, en los trabajos subsiguientes. El documento metodológico en cuestión\* cumple, plenamente, los objetivos propuestos que eran los siguientes:

- Recopilación y síntesis de la información publicada que esté relacionada directamente con el tema.
- Clasificación de las causas de las inundaciones y su tipología en nuestro país.
- Determinación de la tipología de los daños que producen las inundaciones.
- Análisis de los procedimientos de evaluación de daños y determinación del más apropiado para las circunstancias españolas.
- Descripción y análisis comparado de las alternativas de actuación.
- Elaboración de recomendaciones sobre las actividades posteriores.

---

\* Referenciado siempre como "METODOLOGIA".

- . La METODOLOGIA es una guía que permite homogeneizar, para todas las cuencas hidrográficas del país, los procedimientos de clasificación de las causas y daños de las inundaciones, así como los métodos de evaluación de aquellos y las actividades de todo tipo que se pueden emplear para prevenirlas y reducirlas. En la lámina de la página siguiente se resumen, de forma sinóptica, los resultados generales obtenidos con los estudios en cuestión por cuanto a causas, tipología de daños y soluciones posibles se refiere.
  
- . En el INFORME se analizaron de forma detallada los aspectos relativos a la identificación y definición de los estudios específicos que se consideró preciso realizar, a fin de cumplir los objetivos previstos por la C.T.E.I. para los Grupos de Trabajo "1" y "2". En definitiva se llegó a la conclusión de que debían acometerse -para cada una de las diez grandes cuencas en que, desde el punto de vista hidrográfico, se divide la península-, los siguientes estudios, de los que los dos primeros se adscriben al Grupo "1" y el tercero al Grupo "2".
  - a) Análisis de inundaciones históricas.
  - b) Identificación y clasificación de las zonas potencialmente amenazadas por riesgos de inundación.
  - c) Elaboración del catálogo de acciones más adecuadas, en cada zona con riesgo detectada, para corregir o reducir los daños ocasionados por las inundaciones.
  
- . Teniendo en cuenta las peculiaridades, tanto en frecuencia como en sensibilidad, que respecto a las inundaciones tienen las cuencas mediterráneas, en relación con el resto del país, se decidió acometer los mencionados estudios comenzando por estas cuencas y continuando por el resto, de acuerdo con el programa de plazos finales que se indica en el cuadro I:

# INUNDACIONES

## CAUSAS

- AVENIDAS
- TEMPORALES CICLONICOS
- ACCIONES DEL MAR
- OBSTRUCCIONES EN LOS CAUCES
- EFECTOS DE PRESAS Y EMBALSES
- INSUFICIENCIA DEL DRENAJE

## DAÑOS

### TIPOLOGIA → EVALUACION

- |   |  |
|---|--|
| • PERDIDAS DE VIDAS HUMANAS               | → NUMERO DE PERSONAS CON RIESGO                  |
| • DAÑOS FISICOS A EDIFICIOS Y OBRAS       | → COSTE DE SUSTITUCION O REPARACION              |
| • PERDIDAS DE BIENES Y SERVICIOS          | → COSTE DE LAS PERDIDAS Y/O DE SUS CONSECUENCIAS |
| • COSTES DE LA LUCHA CONTRA LA INUNDACION | → COSTE DE LOS SERVICIOS Y MATERIALES EMPLEADOS  |
| • DAÑOS INTANGIBLES                       | → ENUMERACION SIN EVALUACION ECONOMICA           |

## SOLUCIONES

### • PROCEDIMIENTOS PREVENTIVOS

METODOS ESTRUCTURALES

- EMBALSES DE LAMINACION
- CORRECCION Y REGULACION DE CAUCES
  - Cortas
  - Limpieza
  - Dragado
- PROTECCION DE CAUCES
  - Máscaras y espigones
  - En obras de cruce
  - Enterraplénos viarios
- ENCAUZAMIENTOS
- CAUCES DE EMERGENCIA Y TRASVASES
- OBRAS DE DRENAJE
  - Agrícolas
  - Urbanas

ACTIVIDADES DE GESTION

- CONSERVACION DE SUELOS Y REFORESTACION
  - Reforestación
  - Diques
  - Estabilización de laderas
- ZONIFICACION Y REGULACIONES LEGALES
  - Extracción controlada de áridos
  - Otras actuaciones
- IMPLANTACION DE UN SISTEMA DE SEGUROS
- INSTALACION DE SISTEMAS DE ALARMA Y PREVISION
- GESTION INTEGRADA DEL SISTEMA HIDRAULICO

- ACTUACIONES DE EMERGENCIA

CUADRO I. FECHA DE TERMINACION DE LOS ESTUDIOS

CUENCA HIDROGRAFICA	FECHA
NORTE	Diciembre 1985
DUERO	Diciembre 1985
TAJO	Diciembre 1985
GUADIANA	Diciembre 1985
GUADALQUIVIR	Diciembre 1985
SUR	Diciembre 1983
SEGURA	Diciembre 1983
JUCAR	Diciembre 1983
EBRO	Diciembre 1985
PIRINEO ORIENTAL	Diciembre 1983

#### 4. SEGUNDA FASE. ESTUDIOS REALIZADOS

- . Los documentos correspondientes a los trabajos realizados en el marco de la segunda fase forman una imponente masa de información\*, de enorme interés para el conocimiento de la problemática de las inundaciones en el país. En ellos -después de recensar las inundaciones que se han producido en el pasado, sus causas y los daños producidos-, se identifican y jerarquizan las diferentes zonas con riesgo potencial de sufrirlas en el futuro, a la vez que se analizan y proponen, para cada una de ellas, las soluciones que, con los datos disponibles, parecen más convenientes en cada caso para evitar, o al menos reducir, sus efectos nocivos. Estas soluciones se han seleccionado a partir de las definidas en el extenso elenco incluido en la METODOLOGIA y después del oportuno análisis comparativo; en la lámina incluida en el apartado anterior se han reseñado todas las acciones que se proponen en dicho documento, tanto si se trata de actividades de tipo "estructural" -es decir, que implican la necesidad de realizar obras-, como de "gestión", que se basan en acciones legales, de ordenación territorial, políticas de explotación, etc.

\* Referenciada en adelante como DOCUMENTACION.

- La DOCUMENTACION es un antecedente de obligada consulta y muy recomendable empleo para cualquier actividad que, en la lucha contra las inundaciones, se acometa a partir de ahora en cualquier zona del país y, especialmente, para la redacción de los Planes Hidrológicos de cuenca.
- En el cuadro II adjunto se resume el contenido de los setenta volúmenes que constituyen el conjunto de estudios realizados en cada cuenca hidrográfica. Si se añaden los dos volúmenes que integran el INFORME GENERAL así como los dos de que consta la presente SINTESIS se tienen todos los documentos realizados por la D.G.O.H. para el desarrollo de las dos primeras fases del Plan. Precisamente la gran extensión y detalle de los estudios incluidos en la DOCUMENTACION ha sido una de las causas iniciales que han aconsejado efectuar este INFORME DE SINTESIS a fin de resumir los resultados más importantes y presentar una panorámica general del problema de las inundaciones en la España peninsular.

CUADRO II. SEGUNDA FASE. DOCUMENTOS REALIZADOS

CUENCA HIDROGRAFICA	Inundaciones Históricas Mapa de Riesgos Potenciales				Acciones para Prevenir y Reducir los Daños ocasionados por las Inundaciones							
	Tomo				Tomo							
	I	II	III	IV	I	II*	III*	IV*	V*	VI*	VII*	VIII*
NORTE	A	B	-	-	A	1-21	22-42	43-63	64-83	84-103	104-123	-
DUERO	A	B	-	-	A	1-21	22-42	43-63	64-83	-	-	-
TAJO	A	B	-	-	A	1-22	23-44	45-66	67-88	-	-	-
GUADIANA	A	B	-	-	A	1-20	21-40	41-60	-	-	-	-
GUADALQUIVIR	A	B	B	-	A	1-26	27-52	53-78	79-104	-	-	-
SUR	A	B	-	-	A	1-44	45-87	-	-	-	-	-
SEGURA	A	B	-	-	A	1-18	-	-	-	-	-	-
JUCAR	A	C	D	-	A	1-69	70-132	-	-	-	-	-
EBRO	E	F	G	H	A	1-40	41-80	81-120	121-160	161-200	210-240	241-282
PIRINEO ORIENTAL	A	B	-	-	A	1-20	21-40	41-59	-	-	-	-

\* Las cifras indican las zonas de riesgo cuyos Informes se incluyen en el Tomo respectivo.

El significado de las letras del cuadro II anterior es el siguiente:

A. Memoria	B. Bibliografía	C. Bibliografía	D. Parámetros Hidrológicos
Resumen y Conclusiones	Inundaciones Históricas.Fichas	Inundaciones Históricas.Fichas	Matrices de Impacto
Propuesta de Actuación	Cuadro Sinóptico	Cuadro Sinóptico	
	Parámetros Hidrológicos		
	Matrices de Impacto		
E. Memoria	F. Inundaciones Históricas.Fichas	G. Inundaciones Históricas.Fichas	H. Cuadro Sinóptico
Resumen y Conclusiones			Parámetros Hidrológicos
Propuesta de Actuación			Matrices de Impacto
Anexo I. Bibliografía			

## 5. METODOLOGIA UTILIZADA

### 5.1. Mandatos del INFORME

- . Como ya se ha indicado en las páginas anteriores, la metodología básica que se ha empleado en la redacción de los estudios correspondientes a las dos etapas de la segunda fase fue descrita en el INFORME, donde se indicaban, claramente, los objetivos que debían obtenerse con cada uno de los estudios encargados a los dos Grupos de Trabajo. En síntesis el mandato era el siguiente:

#### GRUPO 1

- . Recopilación de la información disponible sobre inundaciones históricas que se han producido, por cualquier causa, en cada una de las cuencas hidrográficas.
- . Selección de las variables principales (causa, magnitud, emplazamiento, daños estimados, etc) que determinan su definición.
- . Elaboración de un archivo en el que se incluyan, en forma de fichas individuales, todos los datos recogidos para cada inundación histórica y un cuadro sinóptico resumen que permita extraer las pertinentes conclusiones.
- . Análisis de los factores geomorfológicos, hidrológicos, físicos, estructurales, urbanísticos, forestales, etc, que determinan los riesgos potenciales de las inundaciones.
- . Determinación de las diferentes zonas de la cuenca con riesgo potencial ante las inundaciones y su clasificación relativa.
- . Diseño y obtención del mapa de zonas con riesgos potenciales.

#### GRUPO 2

- . Recopilación y síntesis de la información existente relativa a los

- procedimientos de prevención y reducción de daños empleados en cada cuenca hidrográfica.
  - . Clasificación de las causas y tipología de las inundaciones en cada zona de riesgo potencial.
  - . Determinación de la tipología de los daños que producen las inundaciones en cada zona de riesgo potencial.
  - . Descripción y análisis comparado de las alternativas de actuación.
  - . Elaboración de recomendaciones sobre las alternativas más convenientes y programas de actividades subsiguientes.
- . A partir de este mandato se ha utilizado una metodología homogénea en los estudios particulares de cada cuenca hidrográfica que, como es natural, se describe con gran detalle en los volúmenes pertinentes de la DOCUMENTACION, por lo que en este Informe se presenta, posteriormente, de forma resumida.

## 5.2. Desglose de actividades

- . Si bien no cabe duda que la identificación de las "inundaciones históricas" es un paso previo y proporciona una base de información muy importante para definir y localizar las "zonas con riesgo potencial", es preciso convenir, también, que ni es la única fuente de datos a tener en cuenta para lograr tal propósito ni las metodologías necesarias para tratar ambos temas son semejantes. Por esta razón, a pesar de que ambas tareas están encomendadas al mismo Grupo "1", siempre se han analizado por separado; así pues y considerando que las tareas del Grupo "2" también implican una metodología diferente, en este documento se describen de forma independiente, tanto las metodologías empleadas como los resultados obtenidos\* para cada una de las siguientes actividades realizadas:

- a) Inundaciones históricas (Grupo "1")
- b) Zonas de riesgo potencial (Grupo "1")
- c) Acciones para prevenir y reducir los daños (Grupo "2")

---

\* Las metodologías se reflejan en este capítulo 5 mientras que los resultados se presentan en el siguiente.

### 5.3. Inundaciones históricas

- . El objetivo principal perseguido con el análisis efectuado sobre inundaciones históricas fue deducir la problemática regional del fenómeno, a través del tiempo, no sólo por lo interesante que como estudio histórico puede resultar, sino, fundamentalmente, para poder analizar, a la luz de las condiciones actuales, los problemas detectados y extrapolar las soluciones que sigan siendo válidas. Se trataba, en definitiva, de localizar las zonas más frecuentemente castigadas por las inundaciones y de reunir, clasificar y sistematizar los datos obtenidos, con el fin de definir las causas principales que generaron las inundaciones, los daños más frecuentes producidos y su magnitud relativa.
- . Es evidente que la única posibilidad que existe de obtener datos relativos a las avenidas históricas consiste en realizar una investigación bibliográfica específica, por lo que el procedimiento empleado se ha basado en el estudio de los documentos publicados sobre este tema y en el análisis de la documentación encontrada en archivos oficiales de la D.G.O.H., obispados, diputaciones, universidades, hemerotecas, etc.
- . La investigación correspondiente a los siglos pasados -para los que, en general, no existen datos cuantificados-, se ha basado en el análisis de los documentos contenidos en bibliotecas, hemerotecas, archivos municipales y personales. La estrategia empleada a este respecto ha consistido en analizar, en primer lugar, los catálogos de cada una de las fuentes de información citadas para seleccionar los títulos más prometedores; de la lectura de estos libros y documentos y, especialmente de las referencias contenidas en ellos, se ha podido ampliar la lista inicial y obtener una visión panorámica de la región y sobre todo localizar las inundaciones ocurridas.

. Por cuanto se refiere a las inundaciones ocurridas en este siglo, la tónica general es que estén bien documentadas, e incluso cuantificadas en los archivos de los Organismos oficiales directamente involucrados en el tema, por lo que la obtención de los datos ha sido relativamente más fácil y homogénea. Debe resaltarse que entre los datos incluidos en la DOCUMENTACION figura un Anexo, para cada cuenca hidrográfica, con la información bibliográfica de todos aquellos libros, artículos y documentos que se han localizado en relación con el tema de las inundaciones.

. Aunque no se pretende que la información recogida sea exhaustiva, no cabe duda de que constituye una base informativa muy importante, que permite deducir las problemática de las inundaciones en las zonas que han sido castigadas por ellas a lo largo de la historia. Posteriormente, al describir los resultados obtenidos, se detallan las características de las fichas, cuadros de síntesis y mapas de inundaciones históricas realizados. Como es natural, dado el carácter de síntesis de este Informe, sólo se incluye entre los resultados algún ejemplo de cada tema, remitiendo al lector para un examen más detallado a los volúmenes pertinentes de la DOCUMENTACION.

#### 5.4. Zonas de riesgo potencial

. La metodología utilizada ha perseguido la clasificación, basándose en criterios objetivos y racionales, de todas las zonas con algún riesgo potencial de sufrir daños por efecto de las inundaciones, independientemente de las causas que las generen; el problema, por lo tanto, se concentra en dos actuaciones diferentes: 1) identificación y localización de las zonas con riesgos potenciales, y 2) clasificación de estas zonas en varios grupos jerarquizados entre sí.

#### 5.4.1. Causas de las inundaciones

- . La realización de un inventario exhaustivo y consecuente localización de las zonas con riesgo potencial de sufrir inundaciones, necesita, previamente, de la definición y análisis de las causas que las motivan. En la METODOLOGIA se estudiaron estas causas y, como ya se ha indicado, se llegó a la conclusión de que, en el territorio peninsular, pueden reducirse a las seis siguientes: 1) avenidas; 2) temporales ciclónicos; 3) acciones del mar; 4) obstrucciones en los cauces; 5) efectos de presas y embalses, y 6) insuficiencia de drenaje.
  
- . Algunas de estas causas han disminuido su capacidad de generar inundaciones, como consecuencia de la construcción de determinadas obras o instalación de ciertos dispositivos; así sucede, por ejemplo, con los grandes embalses de regulación y los encauzamientos. En otros casos los efectos potenciales se han agravado a consecuencia de las obras realizadas; es el caso, por ejemplo, de los tramos de cauce situados inmediatamente aguas abajo de las presas -donde existe un riesgo, mínimo desde luego, de rotura de aquella-, y en las zonas aluviales adyacentes a ciertas vías de comunicación, donde, ya sea debido a sus terraplenes o a la obstrucciones que implican sus puentes, se ha incrementado la dificultad, siempre presente, de drenar áreas inundadas.

#### 5.4.2. Emplazamiento de las zonas

- . En relación con la localización de las zonas que pueden sufrir daños durante las inundaciones, se han empleado, fundamentalmente, las fuentes de información siguientes:
  - a) Zonas que ya han sufrido en alguna ocasión los efectos de las inundaciones; es decir, zonas en las que existen referencias de inundaciones históricas.

- b) Inventario de puntos conflictivos\* que, según la actualización realizada en 1983 por la D.G.O.H., implica un total de 1.336 en el territorio peninsular.
  - c) Zonas con alguna probabilidad, por pequeña que sea, de ser dañadas porque existen causas que pueden producir inundaciones; destacan entre éstas las situadas aguas abajo de la presas en explotación, hasta determinada distancia, que es función, en cada caso, de las características morfológicas del cauce del río y del volumen total de agua embalsada.
- . Dado que en el mandato recibido figuraba la obtención de un mapa de "Zonas con riesgo potencial", las zonas identificadas se han localizado sobre planos a escala 1:200.000, sin curvas de nivel pero con el suficiente detalle cartográfico para poder trazar los límites de cada una con la precisión que los datos disponibles permiten.

#### 5.4.3. Procedimiento de clasificación jerarquizada

- . Es evidente que el riesgo potencial que amenaza a cada una de las diferentes zonas localizadas no es el mismo, y por otra parte, para poder priorizar las actuaciones correctivas es preciso realizar, previamente, una clasificación objetiva. Un procedimiento teóricamente viable a este respecto -e incuestionable por su objetividad desde el punto de vista metodológico-, sería la definición, a partir de los daños promedios anuales, de unos índices unitarios que fueran función de las personas afectadas, de la extensión de la superficie cubierta por las aguas, etc. La realidad, sin embargo, es que el empleo de dichas técnicas de evaluación de daños se debe reservar para la tercera fase del Plan, cuando, una vez decidido actuar sobre una zona, será preciso seleccionar la alternativa de actuación más conveniente entre todas las viables.

---

\* Constituye el Apéndice I al "INFORME".

- . Aceptando, por lo tanto, la necesidad de simplificar en esta fase el método de clasificación, se decidió acudir a metodos cualitativos, o semicualitativos, semejantes a los que se utilizan en los análisis sobre el Medio Ambiente. Para ello se diseñó un procedimiento que, una vez ensayado en una cuenca piloto\* y comprobada su viabilidad, se ha utilizado en el resto de las cuencas. El método está basado en el empleo de una matriz cuyas filas están formadas por los tipos de daños más frecuentes y de mayor significación física, mientras que las columnas expresan el diferente grado en que las inundaciones afectan a cada zona, en función de su extensión y de los daños previsibles. El efecto de la frecuencia de las inundaciones se considera, posteriormente, mediante la aplicación, al valor asociado a la matriz, de un coeficiente de mayoración, o reducción, estimado a la vista de la probabilidad de ocurrencia de aquella.
- . A partir del valor finalmente calculado para la matriz de cada zona se puede llegar a clasificar en varias categorías las diferentes zonas potenciales localizadas en la cuenca; esta clasificación refleja la mayor o menor urgencia relativa que existe en cada cuenca para acometer las actividades pertinentes dirigidas a eliminar, o al menos reducir, los daños que ocasionan las inundaciones. La clasificación finalmente adoptada tiene solamente tres niveles: 1) Zonas de máxima prioridad y urgencia; 2) Zonas de urgencia intermedia, y 3) Zonas de mínima prioridad.

#### 5.4.4. Descripción de la matriz de impacto

- . Tres son los aspectos fundamentales que es preciso comentar en relación con este tema\*\*

---

\* Cuenca Hidrográfica del Segura.

\*\* Para facilitar la descripción se adjunta un ejemplo, en la página siguiente, tomado de la DOCUMENTACION.

TIPOLOGIA DE LOS DAÑOS	CATEGORIA RELATIVA			CRITERIOS UTILIZADOS
	I	II	III	
<b>Grupo A</b>				
Pérdida de vidas humanas	*			<i>A pesar de los encauzamientos de aguas arriba y de la laminación el riesgo de muertes en los núcleos ribereños del Segura sigue siendo grande.</i>
<b>Grupo B</b>				
Vías de comunicación	*			<i>En caso de inundación resultarían afectados la N-340 y el ferrocarril de Murcia con Alicante.</i>
Infraestructura de abastecimiento y saneamiento de agua	*			<i>Toda la infraestructura está sometida a riesgo por las posibles inundaciones, pues las grandes conducciones de traida circulan por terrenos de huerta o inundables.</i>
Infraestructura urbana	*			<i>Los daños urbanos, sobre todo en Orihuela, han sido cuantiosos y frecuentes.</i>
<b>Grupo C</b>				
Infraestructura del suministro de energía	*			<i>Las líneas que podrían ser afectadas son muy importantes, de 380 kV, 220 kV, 110 kV y 45 kV, además, existe riesgo para varias subestaciones.</i>
Redes de riego y drenaje	*			<i>La red ha sufrido frecuentemente daños importantes; además, el consumo agrícola es de 268,2 hm<sup>3</sup> anuales y en su totalidad proviene de recursos superficiales.</i>
<b>Grupo D</b>				
Infraestructura de telecomunicación			*	
Industrias			*	<i>No existen núcleos industriales importantes.</i>
Áreas agropecuarias	*			<i>Los daños a la ganadería y cosechas han sido cuantiosos y frecuentes.</i>

VALOR ADJUDICADO A LA MATRIZ: 102

COEFICIENTE DE RIESGO: 1,5

RANGO DE PRIORIDAD: 1

A los Grupos A, B, C y D se les asigna un peso relativo de 8, 4, 2 y 1 respectivamente

A las Categorías Relativas I, II y III se les asigna un peso de 4, 2 y 1 respectivamente.

- . Definición de los conceptos que forman sus filas; cuantificación de su importancia relativa.
  - . Definición de las diferentes categorías que integran el conjunto de columnas; cuantificación relativa.
  - . Influencia de la probabilidad de ocurrencia.
- . Cada una de las filas del conjunto reseña un aspecto, destacable por su importancia y repercusión, entre todos los daños que, según la METODOLOGIA, pueden producir las inundaciones: éstos se han clasificado en las siguientes categorías: 1) Pérdida de vidas humanas; 2) Daños físicos a edificios y obras; 3) Pérdida de bienes y servicios.
- . Estos grupos se han subdividido, de acuerdo con el mencionado documento, en varias clases que son las que, en realidad, definen las filas de la matriz de impacto. El grupo 1) no admite clasificación por lo que, directamente, proporciona una sola fila que se ha denominado "pérdida de vidas humanas". El desglose del grupo 2) ha generado las seis filas, correspondientes a diferentes estructuras capaces de sufrir daños durante las inundaciones, que se indican en el mencionado ejemplo adjunto. Por cuanto se refiere al grupo 3) se han admitido solamente dos clases diferentes, de las que se derivan dos filas: "industrias" y "áreas agropecuarias". Conviene añadir que se han eliminado varios de los conceptos analizados en la METODOLOGIA debido a su escasa influencia relativa o a la difícil, e incluso imposible, cuantificación de los daños.
- . La importancia relativa proporcionada a cada una de las filas se basa en aceptar solamente cuatro grupos, de los que el primero lo constituye, en solitario, la fila "pérdida de vidas humanas", mientras que en el último se incluyen aquellos conceptos que sólo producen daños materiales -como son las filas denominadas "industrias" y "áreas agropecuarias"-, o bien supresión tem-

poral de servicios de los que se puede prescindir sin graves problemas, como son los afectados por daños en la "infraestructura de telecomunicación". Todas estas filas constituyen, respectivamente, los grupos "A" y "D" que se indican en el ejemplo aquí incluido.

- . Las cinco filas restantes se refieren a servicios, más o menos importantes, que pueden quedar dañados y suspendidos mayor o menor tiempo; se ha formado con ellos dos grupos intermedios, el segundo y el tercero, "B" y "C", respectivamente, y se han adscrito las filas a cada uno de ellos en función, precisamente, de la mayor o menor importancia que tiene para la comunidad su eliminación temporal. Así, el segundo grupo, "B", lo forman las tres filas denominadas "vías de comunicación", "infraestructura de abastecimiento y saneamiento de agua" e "infraestructura urbana"; por su parte el tercero, "C", está integrado por las dos filas "infraestructura del suministro de energía" y "redes de riego y drenaje".
- . Para valorar cada uno de estos grupos se ha decidido adjudicar la unidad al grupo cuarto y aumentar después, en proporción geométrica de razón dos, cada uno de los otros grupos; de esta forma a la fila del grupo primero, "pérdida de vidas humanas", le corresponde un peso relativo de ocho, respecto, por ejemplo, a la correspondiente a daños en "áreas agropecuarias", que está enclavada en el cuarto grupo.
- . Las columnas implican, simplemente, categorías relativas, dentro del concepto que representa cada fila, a fin de considerar la gravedad de los daños. Es evidente, a este respecto, que no es lo mismo la muerte accidental de una persona que la pérdida de numerosas vidas humanas cuando la inundación es de una frecuencia relativamente grandes; de la misma forma tampoco puede valorarse igual, ni siquiera cualitativamente, el riesgo de destruc-

ción de un depósito de agua, en un pequeño núcleo de población, que el de varios kilómetros del canal de abastecimiento a una zona muy extensa y poblada.

- . La decisión sobre el número de categorías y su peso relativo es, sin embargo, mucho menos evidente; después de un análisis detallado del tema y de consultar a numerosos expertos, se llegó a la conclusión de que un sistema demasiado desglosado produciría una falsa sensación de exactitud, y, en consecuencia, se decidió emplear solamente tres categorías: I), II) y III). Se ha supuesto que la clase III) tiene peso unidad y las otras dos, I) y II), se incrementan también en progresión geométrica de razón dos; de esta forma la clase II) tiene peso dos y la I) peso cuatro.
- . Las consideraciones expuestas sobre las filas y columnas permiten calcular un valor asociado a la matriz, que no tiene en cuenta la probabilidad de ocurrencia de las inundaciones; con objeto de considerar, de alguna manera, este importante aspecto se introdujo el "coeficiente de riesgo" que se indica en el cuadro III y que se aplica al valor en cuestión, para mayorarlo o minorarlo, en función de la probabilidad que existe de que, en cada lugar, se produzcan los fenómenos que ocasionan las inundaciones. El coeficiente de riesgo empleado en cada zona se ha seleccionado en función de la frecuencia observada en las inundaciones históricas.

CUADRO III. COEFICIENTES DE RIESGO

Frecuencia de la inundación	Período de retorno (años)	Coefficiente
Frecuente	$P < 50$	1,5
Normal	$50 \leq P \leq 100$	1,0
Extraordinaria	$P < 100$	0,5
Accidentes en presas	-	0,2

## 5.5. Acciones para prevenir y reducir los daños

### 5.5.1. Introducción

- . El sistema empleado para analizar cada una de las zonas, identificadas previamente como susceptibles de padecer riesgos durante las inundaciones, se ha basado en la revisión sistemática, para cada una de ellas, de todos y cada uno de los procedimientos disponibles, según la METODOLOGIA, para prevenir y reducir los daños. En este sentido los dos aspectos que, sucesivamente considerados, merecen más amplios comentarios son los siguientes:

- a) Definición y localización de zonas
- b) Acciones preventivas analizadas

### 5.5.2. Definición y localización de zonas

- . Las zonas con riesgo potencial estudiadas en cada cuenca son, como es lógico, la identificadas y localizadas con los trabajos previamente reseñados. Los estudios se organizaron de forma que para cada zona se ha realizado un estudio específico con arreglo a un índice fijo\*, que abarca, cuando menos, los siguientes conceptos: a) Marco geográfico; b) Poblaciones afectadas; c) Infraestructura existente (hidráulica, viaria, etc), y d) Daños potenciales. La descripción del marco geográfico se ha obtenido de fuentes convencionales y de datos indirectos; no cabe duda que permite ampliar la información sobre cada zona y juzgar, con mayor conocimiento de causa, sobre los procedimientos más convenientes para reducir los daños que producen las inundaciones. El resto de las características se ha deducido de los datos acopiados para configurar la matriz de impacto antes citada.

---

\* Estos estudios -incluidos, por supuesto, en la DOCUMENTACION-, se han redactado como Anexos de los documentos redactados por el Grupo "2" y no cabe duda que constituyen una información fundamental para acometer cualquier trabajo posterior relacionado con las inundaciones.

### 5.5.3. Acciones preventivas analizadas

- . De acuerdo con las conclusiones alcanzadas en la METODOLOGIA las acciones encaminadas a prevenir y reducir los daños que pueden producir las inundaciones se encuadran en los dos grandes conjuntos\* ya citados anteriormente: 1) "Métodos estructurales", y 2) "Actividades de gestión". Cada uno de estos grupos se desglosa en los siguientes procedimientos:

#### METODOS ESTRUCTURALES

- . Embalses de laminación
- . Corrección y regulación de cauces
- . Protección de cauces
- . Encauzamientos
- . Caudes de emergencia y trasvases
- . Obras de drenaje

#### ACTIVIDADES DE GESTION

- . Conservación de suelos y reforestación
- . Zonificación y regulaciones legales
- . Implantación de un sistema de seguros
- . Instalación de sistemas de alarma y previsión
- . Gestión integrada del sistema hidráulico

- . A partir de esta lista de métodos de posible utilización, el procedimiento que se empleó durante el desarrollo de los trabajos del Grupo "2" ha consistido en revisar, para cada zona, cuales eran aplicables en cada caso, con objeto de cribar, de forma puramente cualitativa, los que se consideran más apropiados y dignos de selección para la tercera y última fase del Plan.
- . El método de análisis empleado ha consistido, en definitiva, en examinar, en cada una de las mil treinta y seis zonas en las que a lo largo de todo el territorio peninsular se detectaron riesgos potenciales, todos los procedimientos posibles de actuación citados, con objeto de recomendar los más convenientes "a priori". Cada uno de estos métodos presenta dos posibilidades: 1) el procedimiento en cuestión fue considerado en algún estudio

---

\* En el INFORME se describen también las "acciones de emergencia" que se deben realizar durante las inundaciones; como son objeto de la actividad de otro Grupo de Trabajo, concretamente el 4º, de los designados por la C.T.E.I., no se ha analizado en esta SINTESIS.

anterior y aceptado\* (incluso construido en el caso de que se trate de una obra), y 2) no ha sido estudiado anteriormente y se recomienda ahora para analizarlo durante la última fase.

- . La comprobación sistemática de la validez de cada uno de los métodos y selección de los más adecuados constituye la parte final, y probablemente más importante, de cada uno de los estudios específicos realizados para cada zona detectada. El hecho de que cada zona tenga un documento propio -que incluye una descripción de sus características, así como un análisis cualitativo comparado de las posibilidades que, a fin de prevenir y reducir los daños que pueden ocasionar las inundaciones, tienen en ella cada uno de los procedimientos sugeridos, con carácter general, en la METODOLOGIA-, no cabe duda de que añade gran valor a la información obtenida y permitirá su útil empleo en gran número de ocasiones.

## 6. RESULTADOS OBTENIDOS

### 6.1. Introducción

- . En las páginas que siguen se resumen los resultados obtenidos respecto a cada uno de los tres aspectos principales estudiados; es decir; a) inundaciones históricas; b) zonas de riesgo potencial, y c) acciones para prevenir y reducir daños. No puede olvidarse que, gracias al esfuerzo realizado por los Grupos de Trabajo, existe una enorme masa de información para cada cuenca hidrográfica, plasmada en los volúmenes de la DOCUMENTACION donde se incluyen multitud de datos perfectamente clasificados.
- . En consecuencia la SINTESIS intenta proporcionar una visión general de estos tres temas para todo el país, relegando a refe-

---

\* Existe también la posibilidad de que fuera considerado y desechado pero, en general, no existe información suficiente sobre este punto.

rencias a dicha DOCUMENTACION todo lo que es información particularizada y específica. No obstante, en ocasiones, cuando se ha juzgado que los datos tenían especial relevancia se han sintetizado en un Anexo o se ha reunido en un plano general, de carácter nacional, toda la información, o al menos la más importante, que procuran los estudios particulares y se han incluido en la SINTESIS.

## 6.2. Inundaciones históricas

### 6.2.1. Periodos investigados

- . La primera duda que surgió al recopilar los datos relativos a inundaciones históricas fue la fecha que debía fijarse para el comienzo, en el tiempo, de la investigación documental. Aunque, sin duda, existió una primera tentación, cartesiana, de emplear el mismo periodo para todas las cuencas hidrográficas, enseguida se alcanzó la conclusión de que el empeño era inútil porque los datos respecto a inundaciones en las diversas regiones son muy heterogéneos, como consecuencia lógica de la diversidad de situaciones climáticas e históricas. En efecto, existen zonas donde -debido a la gran importancia que para su normal desarrollo económico y social han tenido, ancestralmente, estos fenómenos-, se dispone de referencias escritas desde tiempos muy lejanos, mientras que en otros lugares, en los que este tipo de catástrofes naturales son menos frecuentes, se ha generado, probablemente, menos documentación, pero, en cualquier caso, no se ha conservado.
  
- . Finalmente se llegó a la conclusión que la fecha inicial para la investigación y recopilación de datos históricos sobre inundaciones debía fijarse, para cada cuenca hidrográfica, en función de sus circunstancias específicas. Por su parte la fecha final se ha fijado en función, casi exclusivamente, del momento

en que se cerró la investigación en cada cuenca y, como es natural, son todas ellas muy próximas entre sí y al momento actual. El cuadro IV refleja el periodo finalmente investigado en cada cuenca, así como el número de inundaciones detectadas que, como puede observarse, significa un total de casi dos mil seiscientas.

CUADRO IV. INUNDACIONES HISTORICAS DETECTADAS

CUENCA HIDROGRAFICA	Inundaciones detectadas (número)	Período cubierto por la investigación
NORTE	150	1522-1983
DUERO	297	Siglo I (AC)-1985
TAJO	159	1420-1979
GUADIANA	149	620-1985
GUADALQUIVIR	524	Siglo I (AC)-1985
SUR	162	1544-1982
SEGURA	214	1482-1982
JUCAR	217	1088-1983
EBRO	554	Siglo I (AC)-1985
PIRINEO ORIENTAL	162	1483-1983
TOTAL EN LA ESPAÑA PENINSULAR	2.588	Siglo I (AC)-1985

## 6.2.2. Frecuencias observadas

- . Si, con objeto de disponer de un periodo común a todas las cuencas, se fija la fecha inicial de 1483 -que tiene la ventaja adicional de significar 500 años prácticamente justos-, y se corrigen, acordemente, los datos del número de inundaciones resultan las cifras que indica el cuadro V:

CUADRO V. INUNDACIONES. RECURRENCIA MEDIA

CUENCA HIDROGRAFICA	Inundaciones detectadas (ud)	Recurrencia media R (años)
NORTE	150	R ≈ 3
DUERO	278	R ≈ 2
TAJO	151	R ≈ 3
GUADIANA	146	R ≈ 3
GUADALQUIVIR	474	R ≈ 1
SUR	162	R ≈ 3
SEGURA	214	2 < R < 3
JUCAR	199	2 < R < 3
EBRO	502	R ≈ 1
PIRINEO ORIENTAL	162	R ≈ 3
TOTAL EN LA ESPAÑA PENINSULAR	2.438	Cinco inundaciones al año

- . Basta observar el cuadro para comprobar la magnitud del problema de las inundaciones en España; en efecto, en los últimos quinientos años se han producido casi cinco cada año, como media, en todo el territorio peninsular, de forma que la recurrencia media en la cuenca menos afectada es de una inundación cada tres años. Las cuencas del Guadalquivir y del Ebro son las dos donde se producen con mayor frecuencia, una al año por término medio; les siguen las del Júcar, Segura y Duero, si bien en las dos primeras los daños suelen ser más importantes.
  
- . El resultado de las investigaciones realizadas ha sido la localización en el tiempo y en el espacio de cada una de las inundaciones, de mayor o menor gravedad, que han ocurrido en las diez cuencas hidrográficas de la península, durante el periodo que refleja el cuadro IV. Para cada una de las inundaciones conocidas se ha realizado una ficha cuya información se ha resumido, posteriormente, en un cuadro de síntesis, para, finalmente, señalar en un mapa los emplazamientos más castigados, iluminando con viñetas alusivas las características más importantes de las inundaciones que se refieren a: 1) número y estacionalidad; 2) causas más frecuentes, y 3) daños más importantes.

### 6.2.3. Fichas de inundaciones históricas

- . Como puede observarse en el ejemplo de la página siguiente -que es una fotocopia obtenida de uno de los estudios específicos-, cada ficha consta de una página en cuya parte inferior figura un plano actual de la cuenca, incluso con los límites autonómicos, en el que se ha localizado la zona que fue afectada por la avenida en cuestión. En la parte superior se incluyen los siguientes datos: a) fecha de la inundación; b) duración, cuando se conoce; c) causas que, según los documentos manejados, la produjeron, y d) daños imputables conocidos. También se han incluido, cuando existían, anécdotas específicas relativas, sobre todo, a los remedios y soluciones que se intentaron tomar a con-

Grandes avenidas produjeron inundaciones en Asturias y principalmente en Galicia, donde varios ríos se desbordaron, anegando campos, casas e industrias y produciendo cuantiosas pérdidas.

El Narcea inundó varios pueblos del Concejo de Salas, causando graves daños en casas y cosechas.

El Sil a su paso por Ponferrada iba muy crecido, sus aguas comenzaron a llenar el embalse de -- Bárceñas, que se encontraba en construcción y a pesar de tener sus órganos de desagüe abiertos, cortaron la vía férrea a la altura de Santa Marina; más abajo en las obras de la presa de Peñarrubia el agua cortó la carretera a Orense.

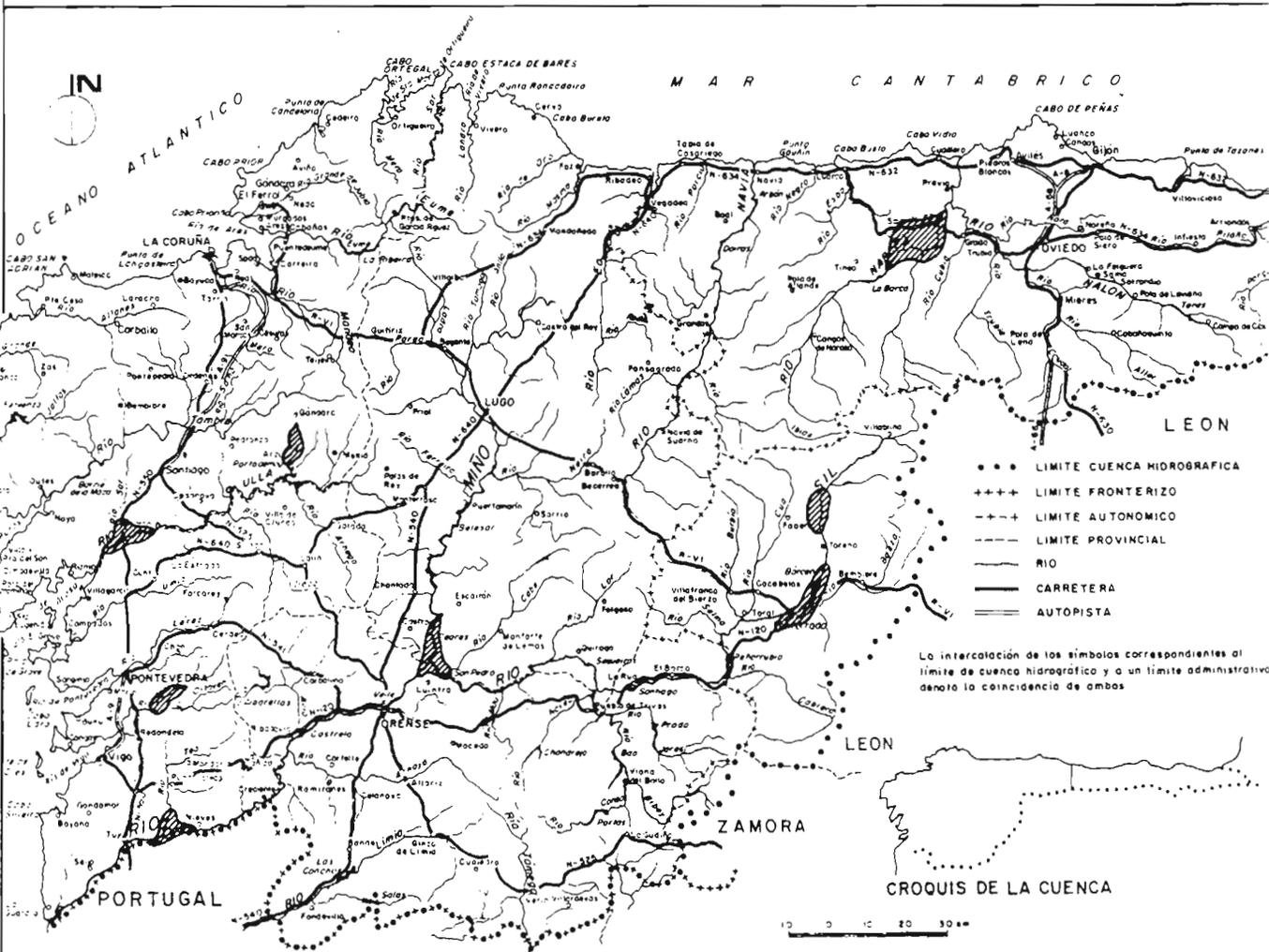
Un desprendimiento en el P.K. 205 de la vía de Palencia a La Coruña hizo descarrilar una máquina eléctrica e interceptó el tráfico ferroviario. En el Barrio Antiguo de la villa de Páramo -- del Sil el agua produjo hundimientos en la iglesia.

El Sil y el Miño se desbordaron en la zona de Los Peares, cerca de su unión.

El Sar inundó la villa y vega de Padrón; la riada comenzó a las 2 de la madrugada del día 25, -- duró hasta las 8 de la mañana del 26 llegando el agua a alcanzar 1 m de altura en algunas ca-- lles. El Ulla también se desbordó inundando Puente Cesures. El Mazuzo, afluente del Ulla, se -- desbordó cerca de Arzúa causando la muerte de una persona.

En Pontevedra el Verdugo causó la muerte a 2 personas en Puente Caldelas. El Miño inundó Salvatierra y Porto.

El Caudal estimado del Sil en Boca de Monte fue de 2.400 m<sup>3</sup>/seg.



MAPA DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL NORTE DE ESPAÑA CORRESPONDIENTE A LAS COMUNIDADES AUTONOMAS DE GALICIA, CASTILLA Y LEON (León y Zamora) Y ASTURIAS

tinuación de su ocurrencia y, por supuesto, siempre se reseña la fuente de donde se han obtenido los datos.

- . Una primera conclusión que se desprende del análisis realizado sobre inundaciones históricas es el convencimiento alcanzado de que, a fin de resolver los problemas actuales, no será necesario profundizar nunca más en su estudio; en efecto, en la inmensa mayoría de los casos analizados, los datos existentes no proporcionan valores cuantificados y, además, la situación del entorno ha variado substancialmente a lo largo del tiempo de manera que no es posible deducir conclusiones estadísticas significativas relativas a circunstancias hidrológicas, hidráulicas o de estimación de daños.
- . No cabe duda, sin embargo, de que el esfuerzo realizado puede servir como base documental inicial para estudios históricos y geográficos posteriores. Por esta razón se ha tratado de facilitar el manejo de la información obtenida por aquellos que, en el futuro, decidan emprender y completar los estudios relativos a inundaciones históricas; a este respecto el sistema de ficha, en página individual para cada inundación, con los datos principales, las fuentes de información y la localización espacial ha parecido el más adecuado para los futuros usuarios.

#### 6.2.4. Cuadros sinópticos

- . Las fichas descritas en el artículo anterior son de sumo interés para realizar un análisis detenido, pero implican el estudio de una información demasiado voluminosa para la inmensa mayoría de los lectores; para facilitar su revisión se decidió resumir las fichas en un "cuadro sinóptico" donde se incluye solamente la información más importante. En el modelo que se adjunta, a modo de ejemplo, puede observarse que, en el cuadro en cuestión, se reseñan las siguientes características para cada inundación\*:

---

\* Este modelo es una simple fotocopia sacada de los Anexos incluidos en la DOCUMENTACION, en cuyos volúmenes figuran los cuadros sinópticos completos correspondientes a todas las cuencas hidrográficas.

Año	Mes	Causa	Río	Características	Localidades afectadas	Baños y observaciones	Fuente de información
1522	Septiembre	Avenida	Rora Sama Valdedios Nalón	•	Lugones Cayés Brañes Morense Villaviciosa San Román Monasterio de Val de Dios	Un gran temporal de lluvias causó inundaciones en amplias zonas del Principado de Asturias.  El Rora inundó las villas de Lugones, Cayés y Brañes, arruinando todos los molinos de la zona y causando graves daños en los puentes, muchos de los cuales quedaron inservibles. En Oviedo y huertas adyacentes se produjeron inundaciones, quedando gran parte de la cosecha destruida.  El Sama destruyó todos los molinos de Morense al Ralón.  El Valdedios arrasó las villas de Villaviciosa y San Román, causó daños en el Monasterio de Val de Dios y destruyó casas y molinos, inundando huertas y prados.	Armas y Linares de Asturias, T. I.
1528	Julio	Avenida	Narcea	•	Corias	A causa de una avenida del río Narcea se produjeron inundaciones que afectaron al Monasterio de Corias y campos adyacentes.	Armas y Linares de Asturias, T. I.
1543		Avenida	Nervión	•	Bilbao	Las aguas desbordadas del Nervión inundaron Bilbao, llegando hasta el altar mayor de la Iglesia de San Antón.	Estudio Histórico de la avenida de Agosto de 1951.
1544	Junio	Avenida	Ibaizábal	•	Durango	Una avenida del Ibaizábal inundó la caudal de Durango causando graves daños.	Compendio de la historia de Vizcaya.
1552	Mayo	Avenida	Nervión	•	Bilbao	El Nervión desbordó la ría e inundó Bilbao produciendo daños en la villa.	Historia de Vizcaya, Tomo I.
1553	Septiembre	Avenida	Nervión	•	Bilbao	Inundación que arrancó el arco menor del puente de San Antón y causó multitud de daños en la villa.	Compendio de la historia de Vizcaya.
1561	Septiembre	Avenida	Nervión	•	Bilbao	Inundación que causó graves daños en Bilbao llegando el agua por encima de los primeros pisos de sus casas.	Historia de Vizcaya, Tomo I.
1580	Julio	Avenida	Narcea	•	Corias	Un temporal de lluvia y granizo hizo que el Narcea se desbordara inundando los campos de Corias y causando graves daños en el Monasterio.	Armas y Linares de Asturias, T. I.

- . Fecha de ocurrencia; año y mes.
  - . Causa de la inundación; es, en general, la avenida de algún río, pero también hay casos de lluvias directas sobre la zona e incluso acciones del mar.
  - . Río que motiva la inundación, cuando éste es el caso.
  - . Características hidráulicas; se intenta cuantificar la inundación, especialmente cuando se trata de una avenida, mediante los datos básicos de su hidrograma: caudal punta, duración y volumen. Estos datos sólo se conocen para algunas de las inundaciones de este siglo, cuando empezó el registro cuantificado de la información hidrológica.
  - . Zonas y localidades afectadas; dato fundamental para definir, posteriormente, el mapa de riesgos potenciales.
  - . Daños y observaciones; normalmente la referencia a los daños sufridos es cualitativa; es, sin embargo, suficientemente explícita. También se indican, a veces, los efectos de la inundación sobre las defensas que se fueron construyendo progresivamente.
  - . Fuentes de información; se indica el documento del que se ha extraído la información.
- . Teniendo en cuenta que tanto las fichas individuales de cada inundación como los cuadros sinópticos forman una masa de información que, a nivel nacional, resulta excesivamente voluminosa, se ha decidido incluir aquí, en el Anexo I, una lista de todas las inundaciones en la que, para cada cuenca hidrográfica, se reseñan, por orden cronológico, las causas de la inundación, los ríos que la produjeron, en su caso, y las localidades afectadas. A partir de estos datos -que ya proporcionan, por sí mismos, una información importante-, es inmediato, en el caso de que se quiera ampliar detalles sobre una inundación específica, utilizar los datos incluidos en la DOCUMENTACION para identificarla en los cuadros sinópticos y encontrar, además, su ficha individual.

#### 6.2.5. Mapa de inundaciones históricas

- . Aunque no cabe duda que el análisis de los citados cuadros sinópticos proporciona una visión rápida de la saga de las avenidas e inundaciones en las cuencas hidrográficas, también es cierto que un esfuerzo adicional de síntesis permite presentar una imagen gráfica que, empleando la adecuada semiótica, propor-

cione, de un solo vistazo, una idea clara y precisa de cuales han sido las zonas afectadas secularmente por las inundaciones, así como de sus causas más frecuentes.

- . Por este motivo, en los estudios correspondientes a cada una de las diez cuencas hidrográficas peninsulares se ha incluido un "Mapa de Inundaciones Históricas", en el que -sobre bases cartográficas y de infraestructura actuales-, se han identificado las zonas más azotadas por las inundaciones, mediante unas viñetas gráficas donde se señala el número de inundaciones históricas detectadas, los meses en los que se han presentado más frecuentemente, así como la tipología y causas que las generaron. Se añade también un croquis que, mediante una característica específica de cada caso, permite, a través de una imagen simplificada, explicar la problemática relativa a las inundaciones de la zona en cuestión o, al menos, mostrar sus rasgos esenciales.
- . Los planos correspondientes a cada cuenca hidrográfica están incluidos en el conjunto de la DOCUMENTACION; a partir de ellos se ha confeccionado uno, específico para esta SINTESIS, a escala 1:1.000.000, que, utilizando la misma técnica de viñetas, proporciona una idea gráfica inmediata de los lugares de la península en los que se han producido las inundaciones más espectaculares, así como de sus características básicas. El plano en cuestión se ha situado, debido a su tamaño, en la carpetilla que sigue a esta página.

#### 6.2.6. Resumen y conclusiones

- . El estudio de las fichas individuales de cada inundación ha permitido formar una idea clara sobre la problemática correspondiente a cada una de las cuencas hidrográficas y alcanzar las siguientes conclusiones de tipo general para todo el país:

- La baja densidad de población en las cuencas altas, la ausencia de comunicaciones adecuadas y, por supuesto, de los sistemas de telecomunicación hoy disponibles, han impedido, en el pasado, avisar con antelación a fin de tomar las medidas precautorias que fueran posibles; estas circunstancias configuran la falsa impresión, al estudiar las referencias, de que las inundaciones se presentan inopinadamente en los valles y sin ninguna relación, en general, con lo que ocurre aguas arriba.
  
- Esta falta de información produce una carencia de documentación que permita explicar la génesis de las avenidas procedentes de las cuencas altas. Las referencias indican, únicamente, los efectos que tuvieron sobre los lugares en que vivía el cronista o autor del escrito, que, en general, coinciden con los grandes núcleos de población de cada una de las épocas y están situados en los tramos inferiores de los ríos principales, donde se acumulan las escorrentías procedentes de los diversos afluentes de aguas arriba. Es muy probable, sin embargo, que estas inundaciones hayan producido daños en otras zonas situadas aguas arriba, pero la baja densidad de población, por una parte, y la carencia de medios de difusión ya citada, por otra, contribuyeron a que no quedase constancia escrita.
  
- Es lógico que en poblaciones como Valladolid, Granada, Aranjuez, Gerona, Padrón, Tolosa, Murcia, Miranda de Ebro, Valencia, entre otras, el problema de las inundaciones haya sido más frecuente y acusado, debido a que están sujetas a la acción, separada o conjunta, de varios ríos. En la mayoría de los casos la causa inmediata ha sido el remanso de las aguas en el cauce de alguno de los ríos y el consecuente desbordamiento, ante la incapacidad del río principal para transportar los caudales aportados por las avenidas; las obras de protección realizada eran defensas, en forma de muros y diques más

o menos puntuales, que se derrumbaban, frecuentemente, durante las inundaciones.

- Las inundaciones que provocan las crecidas de los ríos que nacen en las cordilleras cercanas al mar y subparalelas a la costa, se producen debido al mismo tipo de episodios tormentosos y con una estacionalidad acusada en cada zona. Sus efectos devastadores son fruto de tres factores: a) rapidez de generación, que las convierte realmente en avenidas "relámpago" (flash-floods); b) gran velocidad de las aguas como consecuencia de las elevadas pendientes longitudinales de los cauces, motivada por la cercanía de las montañas al mar, y c) arrastre de caudales sólidos en cantidades impresionantes como resultado de la fortísima erosión que producen las aguas.
- Los movimientos tectónicos y las oscilaciones del nivel del mar, provocadas por la última glaciación, han elevado notablemente el nivel de base de muchos ríos provocando la formación de rías y estuarios, en fase de colmatación bastante avanzada, así como una sensible disminución de la pendiente y longitud de sus cauces de desagüe, con la consiguiente disminución de su capacidad de evacuación. Esta circunstancia extiende los efectos de las mareas a grandes tramos aguas arriba de la desembocadura, dificultando el desagüe de las avenidas durante las pleamares.
- La extremada horizontalidad y ausencia de sistemas de drenaje adecuados en algunas vegas, llanuras deltaicas y marismas, genera grandes extensiones susceptibles de ser inundadas, incluso con las precipitaciones directas solamente, en las que la dificultad de eliminación de las aguas prolonga la submersión de las tierras, convirtiéndolas en ocasiones, durante grandes lapsos de tiempo, en áreas pantanosas, estériles e insalubres.

- Una de las causas antrópicas que han ocasionado muchas veces inundaciones, pero desde luego siempre han incrementado sus efectos, es la obstrucción que provocan los puentes -situados antiguamente siempre en zonas angostas de los cauces-, al paso de las aguas; el efecto "presa" que producen cuando se obturan incrementa, de forma importante, el nivel de aguas arriba del puente, mientras que su desbloqueo repentino genera "olas" aguas abajo de gran poder destructivo.
- Uno de los efectos más perniciosos de las avenidas era arrasar y poner fuera de servicio los numerosos azudes de derivación, contruidos a lo largo de todos los cauces con fines de riego y generación de energía; además del coste de reconstruirlos se producian daños económicos muy importantes, a la zona afectada, porque se paralizaban las actividades agrícolas e industriales.
- En el pasado no se utilizaban los embalses como sistema para laminar avenidas; el hecho no es de extrañar porque es bien sabido que, hasta tiempos relativamente recientes, no se ha entendido bien el mecanismo de laminación mediante la construcción de embalses. Debe tenerse en cuenta, además, que la mayor parte de los ríos de cabecera tienen en sus tramos superiores una pendiente longitudinal muy pronunciada, que exigiría, para conseguir volúmenes de embalses adecuados, grandes alturas de presa, incluso imposibles de conseguir con los métodos de construcción entonces disponibles; en los valles, donde las pendientes son más moderadas, es precisamente donde se han asentado, tradicionalmente, los núcleos más importantes y las actividades económicas más florecientes y, obviamente, no se ha pensado siquiera en inundarlos de forma permanente.
- Las soluciones utilizadas de forma preferente, casi con exclusividad, han sido los encauzamientos, diques longitudinales y obras de defensa puntuales; en algunas llanuras aluviales y en fechas más recientes se ha planteado también el empleo

de nuevos cauces, e incluso el de trasvases, si bien es cierto que son muy pocas las realizaciones.

- Solamente cuando las vías de comunicación se han multiplicado de forma prodigiosa -emplazando su trazado sobre las rutas naturales de penetración que son los valles de los ríos-, se han acumulado noticias sobre la rotura de puentes y el ataque a las infraestructuras de comunicaciones. Este es un nuevo y muy importante problema relacionado con las inundaciones, pues no sólo queda interrumpido al servicio y es necesaria su reconstrucción, sino que, como ya se ha indicado, la obstrucción de aquellos genera embalses temporales de graves consecuencias, tanto hacia aguas arriba donde el agua puede llegar a cotas insospechadas, como hacia aguas abajo con la ola que promueve al romperse repentinamente.

### 6.3. Zonas de riesgo potencial

#### 6.3.1. Emplazamiento

- . A partir de los datos provenientes de las tres fuentes citadas en el apartado 5.4.2. y después de analizar toda la documentación pertinente, se han detectado y localizado un total de mil treinta y seis (1.036) zonas de riesgo potencial, cuyo desglose por cuencas hidrográficas se indica en el cuadro VI.

CUADRO VI. ZONAS DE RIESGO POTENCIAL

CUENCA HIDROGRAFICA	Zonas de riesgo potencial (Ud)
NORTE	123
DUERO	83
TAJO	88
GUADIANA	60
GUADALQUIVIR	104
SUR	87
SEGURA	18
JUCAR	132
EBRO	282
PIRINEO ORIENTAL	59
TOTAL EN LA ESPAÑA PENINSULAR	1.036

- . La descripción detallada de cada una de estas zonas figura en los informes incluidos en la DOCUMENTACION, donde también se incluyen planos, escala 1:200.000, con su situación geográfica y límites aproximados. En todo caso, como después se comentará, en el Anexo II a esta SINTESIS se presenta una lista de todas ellas, clasificadas por orden de gravedad en el riesgo, mientras que en el mapa de la península denominado "ZONAS DE RIESGO POTENCIAL", escala 1:1.000.000, que se adjunta a este Informe, se refleja gráficamente la situación de todas ellas.

#### 6.3.2. Jerarquización

- . A partir de los criterios de asignación de valor a cada matriz descritos en el apartado 5.4.4 y teniendo en cuenta el "coeficiente de riesgo" aplicable a cada una, se obtiene la cifra que ha permitido clasificar cada zona, con arreglo a los criterios que se indican a continuación; de esta forma se pueden jerarquizar, de forma relativa entre ellas, todas las zonas inventariadas en función del riesgo potencial que presentan, que será tanto mayor cuanto mayor sea el valor asociado a su matriz de impacto.
- . Se han utilizado solamente tres grupos: 1) el de mayor prioridad y urgencia, por cuanto a las actividades subsiguientes se refiere, que está formado por las zonas en las que el valor de la matriz, una vez aplicado el "coeficiente de riesgo", supera la cifra de ochenta (80); 2) el intermedio, constituido por aquellas zonas en las que dicho valor se sitúa entre cuarenta (40) y ochenta (80), y 3) el de menor rango en prioridad de actuación posterior, en el que se han incluido las zonas cuyas matrices tienen valores asociados inferiores a cuarenta (40). En el Anexo II a esta SINTESIS se describen sucintamente cada una de los zonas -encuadradas por cuencas hidrográficas y rangos de prioridad-, mientras que en el cuadro VII se refleja el número de

zonas de cada rango que corresponden a las diferentes cuencas hidrográficas.

CUADRO VII. ZONAS CON RIESGO POTENCIAL ANTE LAS INUNDACIONES

CUENCA HIDROGRAFICA	Rango de prioridad			Número Total
	Máximo	Intermedio	Mínimo	
NORTE	16	39	68	123
DUERO	2	29	52	83
TAJO	-	14	74	88
GUADIANA	1	12	47	60
GUADALQUIVIR	2	29	73	104
SUR	6	21	60	87
SEGURA	3	5	10	18
JUCAR	13	28	91	132
EBRO	18	45	219	282
PIRINEO ORIENTAL	7	16	36	59
TOTAL EN LA ESPAÑA PENINSULAR	68	238	730	1.036

### 6.3.3. Conclusiones

- . En definitiva, la metodología utilizada ha permitido obtener los siguientes resultados: 1) identificación y localización, sobre planos escala 1:200.000, de las zonas que tienen algún riesgo potencial de resultar afectadas por las inundaciones provocadas por cualquiera de las diferentes causas capaces de generarlas, y 2) clasificación relativa de estas zonas por métodos semicualitativos, con el fin de poder recomendar objetivamente la prioridad con la que deberían acometerse, en cada una de ellas, las actividades correspondientes a la tercera fase del Plan.
- . El cuadro VII demuestra que existen en el país casi setenta zonas donde los daños que pueden producir las inundaciones son muy graves, lo que, sin duda, proporciona una idea aproximada de la magnitud del problema; el hecho de que existan, además,

más de setecientas donde los daños potenciales son leves y casi doscientas cincuenta intermedias no hace sino agravar la cuestión.

- . También se puede deducir del mencionado cuadro que las zonas costeras están, generalmente, mucho más sujetas a la efectos de las inundaciones que las interiores. El resultado es completamente lógico por cuanto en el interior del país no solamente llueve menos y con menor intensidad, sino que, salvo excepciones, no está tan concentrada la población y/o los medios de producción; por otra parte las pendientes longitudinales de los ríos no son tan extremas como en la costa, donde o son muy altas, proporcionando a las aguas un enorme poder destructivo, o prácticamente nulas, en cuyo caso dificultan el desagüe, incrementan la profundidad de los calados y prolongan la duración de las inundaciones.
- . En los citados planos, de escala 1:200.000, se han localizado, con la mayor precisión posible, los límites de las zonas con riesgo potencial, distinguiendo, semióticamente, su "rango de prioridad". A partir de estos planos -que, como es lógico, se pueden encontrar en la DOCUMENTACION-, se ha diseñado para esta SINTESIS el mapa de España, escala 1:1.000.000, denominado "ZONAS DE RIESGO POTENCIAL" que se adjunta en la carpetilla que sigue a esta página.
- . En el mapa se reflejan -además de las cuencas hidrográficas y numerosas características geográficas-, los límites de las zonas en las que se han detectado riesgos potenciales ante las inundaciones. Con objeto de diferenciar su rango se han representado en color rojo, verde o amarillo, según que el riesgo que presentan sea, respectivamente, máximo, intermedio o mínimo. El enlace entre la información gráfica y la descriptiva es inmediato ya que cada una de las zonas está numerada, en cada cuenca hidro-

gráfica, y con tal número figura siempre, tanto en la DOCUMENTACION como en el Anexo II de esta SINTESIS y en el propio mapa.

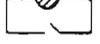
#### 6.4. Acciones para prevenir y reducir los daños

##### 6.4.1. Datos obtenidos

- . En el apartado 5.5 de esta SINTESIS se han descrito, anteriormente, los métodos utilizados para -una vez localizadas y clasificadas, por orden de urgencia en la aplicación de soluciones, las zonas con riesgo potencial ante las inundaciones-, analizar las acciones preventivas más adecuadas a cada una. En dicho apartado se ha reseñado, también, el procedimiento utilizado en la DOCUMENTACION para presentar los resultados de cada cuenca hidrográfica y se ha indicado que con los métodos empleados se ha producido un anexo específico para cada una de las zonas localizadas; es decir, mil treinta y seis informes.
- . En cada uno de dichos anexos, incluidos en la DOCUMENTACION, se describen los siguientes datos para cada zona identificada: orografía e hidrografía; poblaciones e infraestructuras afectadas; causas fundamentales de las inundaciones y daños potenciales que pueden sufrir. Después se analizan todos los procedimientos preventivos que existen, según la METODOLOGIA, y se seleccionan aquellos que se juzgan más adecuados, en cada caso, para resolver el problema; no obstante queda entendido que durante la tercera fase será necesario profundizar en el estudio del grupo seleccionado, antes de optar, definitivamente, por la alternativa o alternativas que se juzguen más convenientes, una vez que se hayan ponderado y cuantificado todas las circunstancias.
- . Con el fin de mantener el esquema empleado en todos los informes y documentos realizados en las fases y etapas anteriores, se ha

obtenido también una imagen gráfica, resumen de las conclusiones alcanzadas respecto al tema de las acciones más recomendables. Se consideró obligado utilizar la misma base cartográfica que en los estudios de identificación de zonas de riesgos y, por lo tanto, se empleó el plano de escala 1:200.000. Así pues, se ha obtenido un plano, tamaño UNE A-3, para cada zona de riesgo potencial en el que figuran sus límites y características y las actividades recomendadas. En la lámina adjunta se reflejan los símbolos utilizados en los planos mencionados para los diferentes métodos y actividades posibles; como puede observarse, las dos posibilidades existen respecto a la "novedad" de la solución, se han distinguido entre sí aplicando, al mismo símbolo, tramas de diferente intensidad.

- . Debe tenerse en cuenta que en cada zona se han analizado las acciones que eran posibles en su subcuenca propia, pero sucede muchas veces que lo que se ejecuta en una zona repercute, generalmente en forma positiva, en las situadas aguas abajo. En la lámina correspondiente a cada zona se indican aquellas otras, entre las localizadas aguas arriba, donde se realizan acciones positivas para ella; de esta manera se facilita la revisión que a la hora de comenzar los estudios definitivos, es decir al principio de la tercera fase del Plan, deberá efectuarse, tanto de la situación real en que se encuentran dichas zonas en ese momento como de las expectativas que existen de que se puedan acometer las acciones ahora seleccionadas.
  
- . Debe destacarse que lo más importante que se representa en cada uno de estos planos de escala 1:200.000, son los procedimientos seleccionados para resolver, o al menos mitigar, los problemas de cada zona de riesgo potencial; estas alternativas deberán ser estudiadas en detalle, durante la tercera y última fase del Plan -cuando se disponga de los datos necesarios para poder evaluar, cuantificadamente, tanto los daños potenciales como los benefi-

PROCEDIMIENTOS PREVENTIVOS		X	Y
METODOS ESTRUCTURALES	EMBALSES DE LAMINACION		
	CORRECCION Y REGULACION DE CAUCES		
	Cortas		
	Limpieza		
	Dragado		
	PROTECCION DE CAUCES		
	Máscaras y espigones		
	En obras de cruce		
	En terraplenes viarios		
	ENCAUZAMIENTOS		
CAUCES DE EMERGENCIA Y TRASVASES			
OBRAS DE DRENAJE			
Agrícolas			
Urbanas			
ACTIVIDADES DE GESTION	CONSERVACION DE SUELOS Y REFORESTACION		
	Reforestación		
	Diques		
	Estabilización de laderas		
	ZONIFICACION Y REGULACIONES LEGALES		
	Extracción controlada de áridos		
	Otras actuaciones		
	IMPLANTACION DE UN SISTEMA DE SEGUROS		
	INSTALACION DE SISTEMAS DE ALARMA Y PREVISION		
	GESTION INTEGRADA DEL SISTEMA HIDRAULICO		
<p>X: Procedimientos y actividades analizados en estudios previos y aceptados</p> <p>Y: Procedimientos y actividades no estudiados anteriormente y propuestos</p>			

cios que cada una de ellas comporta-, antes de seleccionar la más conveniente. Es preciso insistir en que las recomendaciones efectuadas respecto a las alternativas más convenientes no pretenden dimensionar o cuantificar ninguna de las obras y actividades aconsejadas e incluidas en el grupo seleccionado, ni mucho menos indicar cual es la más conveniente entre ellas, ya que la elección de la alternativa óptima exige disponer de datos, especialmente cartográficos, de mucha mayor precisión que los ahora disponibles.

- . Es evidente que en un informe de SINTESIS es imposible incluir tal cantidad de información como la producida, en relación con las acciones preventivas, durante el desarrollo de la segunda fase; además resultaría innecesario, por cuanto está disponible en otros documentos fácilmente asequibles como es el conjunto denominado DOCUMENTACION. En consecuencia se ha optado por reflejar de forma resumida, en el Anexo III, las acciones que se han recomendado en cada zona. Se ha utilizado para ello el procedimiento que se refleja en el ejemplo de la hoja adjunta donde, como puede verse, en la filas figuran todas las posibilidades de actuación que se han estudiado, mientras que en las columnas se indican, mediante su número específico, diferentes zonas, de forma que simples asteriscos sirven para señalar las acciones seleccionadas en cada una. Con objeto de facilitar la búsqueda, dicho Anexo III está ordenado por rangos de prioridad y, dentro de cada uno de ellos, por cuencas hidrográficas según el orden habitual, que comienza en la del Norte y acaba en la del Pirineo Oriental, girando en el sentido contrario a las agujas del reloj.
- . En el cuadro VIII se resume el número total de acciones de cada tipo para cada cuenca y cada rango de prioridad, así como el total globalizado. Los números son lo suficientemente expresivos -más de doscientos embalses y casi trescientos encauzamientos,



por ejemplo-, para, una vez más, resaltar la importancia del reto que tiene planteado la sociedad española a fin de resolver, a nivel nacional, el problema de las inundaciones.

- . La cantidad de zonas con riesgo potencial detectadas en todo el país -más de mil, como ya se ha indicado-, y el hecho de que existan al menos veinte procedimientos de actuación, hace inviable, tipográficamente, diseñar un plano a escala nacional que recoja toda esta información\*. Considerando, sin embargo, la importancia de reseñar en un solo plano todas las "acciones" de determinado tipo, a fin de visualizar su distribución por todo el territorio nacional, se han preparado dos que incluyen, respectivamente, la siguiente información:

- 1) ACCIONES RECOMENDADAS I. Contiene todas las acciones que implican la construcción de obras importantes: embalses de laminación, encauzamientos, cauces de emergencia, trasvases y obras de drenaje.
- 2) ACCIONES RECOMENDADAS II. Incluye aquellas actividades que pudieran denominarse de mantenimiento; es decir, cortas, dragados, espigones, protecciones de cauce, etc.

- . En los dos mapas -que son también de escala 1:1.000.000, y se incluyen en sus respectivas carpetillas a continuación-, se resumen gráficamente todas las actividades de tipo estructural que se recomienda realizar en cada zona. Se ha empleado para ello una simbología que recuerda la acción a realizar y se han utilizado los mismos colores -rojo, verde y amarillo-, que indican, respectivamente, que el riesgo de la zona en cuestión es grave, intermedio o mínimo.

---

\* No debe olvidarse que de todas formas está recogida, a escala 1:200.000, en los volúmenes que componen la DOCUMENTACION.

CUADRO VIII. ACCIONES RECOMENDADAS

ACCIONES	CUENCA HIDROGRAFICA												TOTAL																													
	Norte			Duero			Tajo			Guadiana			Guadalquivir			Sur			Segura			Júcar			Ebro			Tirreno de central			TOTAL											
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C									
<b>EMBALSES DE LAMINACION</b>	23	17	-	7	6	-	-	-	-	2	1	2	13	-	-	5	15	4	4	4	8	2	4	4	4	4	4	2	2	4	2	2	4	9	20	32	3	9	15	29	75	124
<b>CORRECCION Y REGULACION DE CAUCES</b>																																										
Cortas	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limpieza	15	36	60	1	21	29	-	11	21	1	9	15	2	11	28	5	15	33	1	4	1	4	1	1	4	1	1	12	20	50	17	45	134	4	15	38	58	105	400			
Dragado	16	36	53	-	18	25	-	14	27	1	11	25	2	23	38	6	16	41	-	4	1	4	1	1	5	15	27	17	45	114	2	17	35	49	133	397						
<b>PROTECCION DE CAUCES</b>																																										
Máscaras y espigones	2	11	18	-	6	11	-	5	9	-	1	4	-	16	12	3	10	21	1	-	2	2	6	14	2	7	16	3	10	21	16	33	89	2	5	10	30	108	204			
En Obras de cruce	16	39	64	-	17	27	-	9	53	1	10	30	2	25	63	6	16	43	-	5	8	5	8	12	24	64	3	25	60	6	16	35	46	185	448							
En terraplenes viarios	5	6	8	-	2	6	-	-	2	-	1	5	1	1	5	1	1	3	-	3	4	2	1	8	-	-	1	4	8	17	1	4	8	11	27	54						
ENCANZAMIENTOS	15	34	38	-	15	15	-	12	15	-	7	11	2	21	31	6	18	30	3	2	4	7	18	40	9	23	31	7	11	21	49	162	237									
<b>CAUCES DE EMERGENCIA Y TRASVASES</b>	3	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>OBRAS DE DRENAJE</b>																																										
Agrícolas	2	6	1	-	1	1	-	-	2	-	3	3	-	3	5	-	2	2	2	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Urbanas	7	13	9	-	2	1	-	-	2	-	5	5	-	1	1	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>CONSERVACION DE SUELOS Y REFORESTACION</b>																																										
Reforestación	6	11	12	1	16	12	-	1	24	1	5	13	-	5	27	4	7	14	3	5	7	3	10	20	7	24	55	3	12	21	28	98	205									
Diques	-	-	-	1	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5	11	3	5	2	3	6	16	2	20	31	1	3	3	12	42	68									
Estabilización de laderas	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<b>ZONIFICACION Y REGULACIONES LEGALES</b>																																										
Extracción controlada de áridos	-	-	-	1	8	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	3	-	-	-	-	3	9	6	5	11	74	1	2	4	12	30	46								
Otras actuaciones	16	40	67	2	21	48	-	7	61	1	12	47	2	27	68	2	8	4	3	5	10	13	8	20	15	22	128	7	16	36	81	165	490									
<b>IMPLANTACION DE UN SISTEMA DE SEGUROS</b>	15	40	66	2	29	52	-	14	74	1	12	47	2	29	73	6	21	60	3	5	5	13	28	91	18	45	219	7	16	36	67	218	724									
<b>INSTALACION DE SISTEMAS DE ALARMA Y PREVISION</b>	16	40	67	2	29	51	-	14	73	1	12	47	2	29	72	4	2	5	3	5	10	3	5	24	2	6	107	7	16	36	40	117	487									
<b>GESTION INTEGRADA DEL SISTEMA HIDRAULICO</b>	12	24	39	2	19	39	-	7	48	1	8	26	2	19	53	2	8	4	3	4	8	13	8	20	8	19	72	6	10	28	49	175	338									

A - Rango de urgencia máxima  
 B - Rango de urgencia intermedia  
 C - Rango de urgencia mínima

#### 6.4.2. Resumen y conclusiones

. De la observación del cuadro VIII con los datos globales, y del análisis de los más de mil informes específicos relativos a cada una de las zonas de riesgo potencial, se pueden deducir una serie de conclusiones generales que se enumeran a continuación:

- El elemento estructural más útil en la lucha contra las inundaciones es, probablemente, el embalse de laminación; los grandes embalses construidos en épocas recientes, ya sea para regulación de caudales para riego o generación de energía hidroeléctrica, han beneficiado, indirectamente pero de forma notable, la situación con respecto a las inundaciones en los tramos medios y bajos de los ríos principales.
- La situación es completamente diferente cuando se trata de afluentes laterales de los grandes ríos y en las ramblas, rieras y arroyos de los litorales cantábricos y mediterráneo; en estos cauces se producen avenidas relámpago, con caudales sólidos impresionantes, cuyos devastadores efectos suelen agravarse debido a la ocupación abusiva de los terrenos de dominio público en cauces y riberas. En estos cauces no existen apenas embalses y los pocos que hay, al igual que los que se podrían instalar en el futuro incluso con presas de gran altura, no retienen volúmenes suficientes para reducir significativamente los caudales punta.
- Es muy frecuente que la única solución viable frente a las inundaciones de las zonas afectadas por avenidas relámpago, tanto en los núcleos de las cuencas altas -en los tributarios de los ríos principales-, como en los costeros, deba basarse en el empleo de encauzamientos. La determinación de los "caudales de proyecto" más adecuados para estas obras debe ser objeto de estudios realizados con las tecnologías más precisas

existentes y, desde luego, empleando modelos matemáticos de propagación de caudales, en régimen variable, y análisis de beneficio-costos, así como evaluaciones del impacto ambiental.

- No obstante, se ha detectado la posibilidad de utilizar embalses de laminación, y recomendado su estudio, en muchos ríos que actualmente provocan problemas; es frecuente que estos embalses estén ya incluidos en los estudios relativos a los Planes Hidrológicos de las diferentes Confederaciones Hidrográficas a fin de resolver problemas locales y, además, colaborar en la regulación general de la cuenca.
- Es necesario analizar los problemas que se producen en la confluencia de los ríos principales con sus afluentes, especialmente los de gran pendiente y con arrastres importantes, por cuanto las "barras" y "abanicos" que se forman en tales lugares producen sobreelevaciones del nivel de las aguas, en avenidas, y disminuyen la velocidad del flujo, aumentando los depósitos de sedimentos.
- En la mayoría de las cuencas hidrográficas no existe posibilidad de resolver el problema de las inundaciones mediante trasvases, ya que, o bien la distancia entre la cuenca emisora y receptora los hace antieconómicos, o, cuando son físicamente posibles -siempre entre cuencas adyacentes-, el hecho de que tanto su problemática de inundación como las características hidrográficas sean semejantes, los imposibilita desde el punto de vista práctico. Los únicos trasvases interesantes se localizan en las cuencas del Pirineo Oriental y del Segura; el resto de los cauces de emergencia considerados son, en realidad, obras singulares de los encauzamientos.
- Deben revisarse los caudales reales que se pueden desaguar a través de las obras de cruce de las redes de infraestructura,

viaria e hidráulica, con los cauces de los ríos, arroyos, ramblas y rieras y, después de definir los criterios generales, estudiar las obras de protección necesarias. Por supuesto, estos criterios deberán utilizarse, siempre, en el proyecto de construcción de las obras futuras de este tipo.

- Es preciso investigar los procedimientos más recomendables para minimizar los tiempos de anegamiento en las zonas inundables -especialmente en las vegas y planas aluviales-, en el caso de avenidas de diferente tipo y magnitud y la influencia que sobre este problema tienen los recintos, más o menos conexos, que forman los terraplenes de las redes de comunicación, por una parte, y el sistema de drenaje implantado, a menudo inexistente, por otra. El estudio de este tema exige tecnologías semejantes a las citadas para el diseño de los encauzamientos.
- Algunas zonas de las sierras interiores y numerosos puntos de las cordilleras litorales están sujetos a fenómenos de erosión especialmente intensos. Deben realizarse, paulatinamente, los trabajos de reforestación y conservación de suelos previstos por I.C.O.N.A.
- Es necesario proceder al deslinde de los cauces públicos, como paso previo a la zonificación de las áreas inundables en función del riesgo y de su calidad. Esta zonificación, que exigirá en su momento el empleo de datos cartográficos muy precisos, es fundamental para poder valorar, objetivamente, los daños potenciales, así como para emplear sistemas de seguros, públicos o privados, contra las inundaciones, que serían de gran utilidad para garantizar la estabilidad económica de las personas, empresas y organismos sujetos a los daños potenciales y contribuirían a distribuir más equitativamente los daños que producen las inundaciones.

- El conocimiento en tiempo real que de la situación hidrológica e hidráulica de la cuenca proporcionará el programa S.A.I.H. (Sistema Automático de Información Hidrológica), actualmente en implantación paulatina en todo el territorio peninsular, permitirá gestionar el sistema hidráulico en forma integrada -especialmente los embalses-, y, de esta manera, disminuir al máximo posible los problemas de simultaneidad de caudales punta, minimizando los riesgos y daños potenciales. Este sistema también permitirá inferir, con cierta antelación y probabilidad, las situaciones hidráulicas futuras en función de los datos reales y de la experiencia acumulada, lo que autorizará a emitir las alarmas y consignas más convenientes en cada caso; esta característica puede ser muy útil para la previsión de las avenidas relámpago cuando se ponga a punto el enlace de este sistema automático con la red de radares meteorológicos.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. Esquema general

- . En el presente informe, denominado de SINTESIS, se resumen los resultados de los estudios realizados por la DIRECCION GENERAL DE OBRAS HIDRAULICAS (D.G.O.H.) en relación con el problema de las inundaciones en la península, en el marco de su intervención en la "Comisión Técnica de Emergencia por Inundaciones" (C.T.E.I.), perteneciente a la COMISION NACIONAL DE PROTECCION CIVIL.
- . En respuesta a las indicaciones de la mencionada Comisión Técnica, la D.G.O.H. programó sus trabajos en las tres fases siguientes:
  - 1ª) Redacción de un INFORME GENERAL, en el que se recogieran los antecedentes directos disponibles y se desarrollara una "METODOLOGIA" apta para tipi-

ficar las causas y daños de las inundaciones, así como para evaluar aquellos e identificar las actividades que permiten prevenirlas y reducir los daños que pueden ocasionar.

2\*) Realización de estudios específicos, sobre cada una de las diez grandes cuencas hidrográficas peninsulares\*, para determinar los siguientes aspectos:

- Identificación y análisis de las inundaciones históricas ocurridas.
- Delimitación y clasificación de las zonas con riesgo potencial de ser inundadas.
- Selección, en cada una de las zonas con riesgo, de las acciones más convenientes para prevenir y reducir los daños ocasionados por las inundaciones.

3\*) Ejecución de un Plan nacional de lucha contra las inundaciones -objetivo, equilibrado regionalmente y de paulatina realización-, dedicado al desarrollo, en cada cuenca hidrográfica, de aquellas actividades -obras de infraestructura, instalaciones de alarma y previsión, procedimientos de gestión y emergencia, etc-, que resulten ser las más apropiadas, desde los puntos de vista técnico-económico y social, al cuantificar y evaluar comparativamente aquellas soluciones que fueron seleccionadas inicialmente, para cada zona, durante la ejecución de la segunda fase.

. La primera fase se concretó en el documento denominado "Las inundaciones en España. Informe General", (Octubre 1983), mientras que la segunda, terminada a principios de 1986, es la que aquí se sintetiza. La tercera fase se completará cuando se realicen las previsiones que, en relación con las inundaciones, deben contener obligatoriamente, según la vigente Ley de Aguas, los Planes Hidrológicos de cada cuenca hidrográfica.

. Los estudios correspondientes a la segunda fase -que se han denominado, conjuntamente, DOCUMENTACION-, constituyen una ingente masa de información, fundamental para cualquier acción posterior sobre el tema de las inundaciones, contenidas en setenta volúmenes, cuyo contenido específico se indica en el apartado 4 de este informe. Esta SINTESIS se dedica, precisamente, a describir y resumir su contenido, por lo que, con el fin de facilitar su presentación se ha considerado conveniente reseñar

---

\* Norte, Duero, Tago, Guadiana, Guadalquivir, Sur, Segura, Júcar, Ebro y Pirineo Oriental

por separado los tres aspectos definidos como objetivos del conocimiento a adquirir durante dicha segunda fase: a) Inundaciones históricas; b) Zonas de riesgo potencial; c) Acciones para prevenir y reducir los daños.

## 7.2. Inundaciones históricas

- . La investigación bibliográfica efectuada en archivos oficiales, obispados, diputaciones, universidades, hemerotecas, etc, ha permitido identificar hasta un total de DOS MIL CUATROCIENTAS TREINTA Y OCHO (2.438) inundaciones que se han detectado, durante los últimos cinco siglos, en todo el territorio peninsular. Esta cifra total implica la ocurrencia de casi cinco inundaciones como media cada año en la Península; la distribución por cuencas hidrográficas y los períodos investigados en cada una se indican en el cuadro V.
- . Como es natural esta enorme cantidad de sucesos no se han producido de manera uniforme, ni en el tiempo ni en el espacio, pero se puede obtener una idea aproximada del problema cuando se comprueba que su recurrencia media ha sido, en todas las cuencas hidrográficas, una vez cada tres años como mínimo. Las cuencas del Guadalquivir y del Ebro son la dos donde se produce este fenómeno con mayor frecuencia, una inundación al año por término medio, siguiendo las cuencas del Júcar y Segura, donde tradicionalmente se producen los mayores daños, así como la del Duero.
- . Además de una completa información bibliográfica, la DOCUMENTACION incluye una ficha por cada inundación histórica identificada, en la que se incluye no sólo un plano de la cuenca, localizando el emplazamiento de la zona afectada, sino la fecha de la inundación, la duración cuando se conoce, las características hidráulicas, las causas que la produjeron, los daños imputables, "anécdotas curiosas" y la fuente de información.

- . Aunque el sistema de fichas individual se considera el más adecuado para facilitar cualquier estudio adicional sobre una inundación específica, se consideró conveniente resumir las fichas en un cuadro sinóptico para cada cuenca, que también se incluye en la DOCUMENTACION, y proporciona solamente la información más importante. En todo caso, para facilitar la eventual búsqueda de los datos relativos a una inundación particular, se ha incluido en esta SINTESIS, como Anexo I, una lista, por orden cronológico, de todas las inundaciones detectadas en la que, para cada cuenca hidrográfica, se reseñan, las causas de la inundación, los ríos que la produjeron, en su caso, y las localidades afectadas.
  
- . En cada uno de los estudios correspondientes a cada cuenca hidrográfica se ha incluido un "Mapa de Inundaciones Históricas" en el que -sobre bases cartográficas y de infraestructura actuales-, se han identificado las áreas más azotadas secularmente por las inundaciones. En estos mapas se señalan, mediante unas viñetas gráficas, el número de inundaciones históricas detectadas, su estacionalidad y las causas que las generaron; los croquis alusivos que se incluyen en las viñetas proporcionan, mediante una imagen simplificada, una explicación rápida de la problemática de las inundaciones en la zona. La claridad expositiva de estos mapas ha aconsejado su refundición en uno solo, para todo el territorio peninsular, que se ha integrado en el presente informe de SINTESIS y se denomina INUNDACIONES HISTÓRICAS.
  
- . El análisis de los datos relativos a las inundaciones históricas identificadas ha proporcionado una serie de conclusiones generales y también otras propias de cada cuenca; se describen aquí, a continuación, las más importantes entre las generales, mientras que se remite a los volúmenes pertinentes de la DOCUMENTACION para la lectura de las particulares correspondientes a cada cuenca.

- Las referencias existentes solamente registran, en general, efectos dañinos sobre las zonas más pobladas de los valles medios y finales de los ríos. No se debe inferir que no se producían daños en las zonas de aguas arriba, sino que, debido a la baja densidad de población y ausencia de comunicaciones, no ha quedado constancia escrita.
- El aislamiento de estas zonas de aguas arriba, que no ha dejado datos al respecto, impide conocer con exactitud las causas reales de las inundaciones, que parecen presentarse inopinadamente en los valles.
- Las inundaciones provocadas por los ríos que nacen en las cordilleras cercanas al mar, subparalelas a la costa, son avenidas relámpago, con aguas de gran velocidad y elevados caudales sólidos, producto de la erosión, lo que les confiere un singular poder devastador.
- La horizontalidad del terreno y ausencia del drenaje adecuado en muchas vegas, llanuras deltaicas y marismas, producen las condiciones idóneas para que grandes extensiones de terreno queden anegadas durante mucho tiempo, incluso cuando las inundaciones se deben solamente a las lluvias directas sobre ellas. El problema se ha ido agravando con el tiempo, conforme se han construido terraplenes artificiales para vías de comunicación u otros menesteres.
- El efecto "presa" que produce la obturación de los puentes durante las avenidas, genera inundaciones tanto hacia aguas arriba, en una primera fase, como hacia aguas abajo, cuando se rompe bruscamente la obstrucción y se precipita el agua retenida. Este efecto era más acusado en épocas preteritas, cuando los puentes se construían, casi siempre, en las zonas más angostas de los cauces.
- Las avenidas arrasaban, frecuentemente, los azudes de derivación, produciendo daños económicos muy importantes, ya que a los costes de reconstrucción había que añadir los debidos a las paralizaciones de las actividades agrícolas y/o industriales.

- En el pasado no se ha utilizado, prácticamente nunca, la solución de "laminar" las avenidas mediante embalses; las soluciones más frecuentemente utilizadas en la lucha contra las inundaciones, casi con exclusividad, han sido los diques longitudinales, encauzamientos y defensas puntuales.

### 7.3. Zonas de riesgo potencial

- . A partir de las zonas en las que se han identificado inundaciones históricas y considerando, simultáneamente, la existencia de los puntos conflictivos detectados por la D.G.O.H., en estudios anteriores, así como el emplazamiento de las áreas situadas aguas abajo de embalses -que pueden sufrir daños a consecuencia de eventuales accidentes en las presas-, se han localizado en la Península un total de MIL TREINTA Y SEIS (1.036) zonas donde existe un riesgo potencial de sufrir daños debidos a las inundaciones.
- . Considerando que el riesgo potencial que amenaza a cada una de estas zonas no es el mismo, ni por lo tanto debe ser igual la urgencia en acometer las acciones correctivas, es evidente la necesidad de clasificarlas en grupos jerarquizados. Se ha diseñado a estos efectos una matriz de impacto que permite evaluar, de forma semicualitativa pero objetiva, los daños que las inundaciones pueden producir, en cada zona con riesgo, sobre las infraestructuras, bienes y servicios existentes, así como el peligro que implican de que se produzcan pérdidas de vidas humanas. La consideración adicional, mediante un "coeficiente de riesgo", de la frecuencia de las inundaciones, permite asociar a cada matriz, y por lo tanto a cada zona, un valor que faculta su clasificación relativa.
- . A efectos de clasificación se han utilizado, solamente, tres grupos, definidos por los diferentes intervalos del valor asociado a la matriz de impacto:

- Superior a ochenta: Máxima prioridad
- Comprendido entre ochenta y cuarenta: Riesgo intermedio.
- Inferior a cuarenta. Riesgo menor

El resultado global es que de las mil treinta y seis (1036) zonas con riesgo potencial, sesenta y ocho (68) son de máxima prioridad, doscientas treinta y nueve (239) de riesgo intermedio y setecientos veintinueve (729) de menor prioridad comparada con las anteriores. La distribución por cuencas hidrográficas se ha reseñado en el cuadro VII.

- . En la DOCUMENTACION se pueden encontrar las matrices de impacto individuales correspondientes a cada una de las zonas, así como planos, escala 1:200.000, en los que se han localizado -con la mayor precisión posible teniendo en cuenta la cartografía y datos disponibles-, los límites de cada una de las zonas, distinguiendo, mediante la adecuada simbología, el rango de prioridad que le corresponde.
- . En todo caso y con objeto de facilitar la visión del problema, se ha incluido en esta SINTESIS el Anexo II, en el que se reseñan, clasificadas por grupos y para cada cuenca hidrográfica, todas las zonas con riesgo potencial. Por el mismo motivo se ha diseñado, realizado e incluido en la SINTESIS un plano de la península denominado ZONAS DE RIESGO POTENCIAL, en el que se refleja la situación de todas las zonas. Como puede observarse en dicho plano, cada una de las zonas de una cuenca hidrográfica determinada tiene asociado un número que permite su inmediata identificación, tanto en el citado Anexo II como en los volúmenes de la DOCUMENTACION; el grupo al que pertenece cada zona se distingue por el color: rojo, verde o amarillo, respectivamente, para las de máximo, intermedio y menor riesgo.
- . Los resultados obtenidos en relación con las zonas de riesgo potencial ponen de manifiesto, nuevamente, la enorme importancia

del problema de las inundaciones en España. Más de mil zonas con riesgo ya es bastante preocupante, pero seguramente lo es más el hecho de que casi SETENTA tengan un riesgo grave, que exige de actuaciones urgentes para reducir los daños.

- . También se puede comprobar, en el plano citado, que las zonas costeras están más sujetas a las inundaciones que las áreas interiores y tienen riesgos de grado mayor; esta conclusión es completamente lógica ya que en esas regiones existe mayor densidad de población, se localizan más industrias y, generalmente, llueve más y con mayor intensidad.

#### 7.4. Acciones para prevenir y reducir los daños

- . De cada una de las mil treinta y seis (1036) zonas con riesgo potencial se ha realizado un estudio particular, plasmado en un documento individualizado, en el que se describen sus características morfológicas e hidrográficas, las poblaciones e infraestructuras afectadas por las inundaciones y los daños que se pueden producir. Se pasa revista después, uno por uno, a todos los procedimientos preventivos, que según la METODOLOGIA se pueden utilizar en la Península, a fin de seleccionar los que se considera más adecuados en cada caso. Aunque todos estos documentos están incluidos en los volúmenes de la DOCUMENTACION, ha parecido aconsejable incluir aquí, en el Anexo III, unos cuadros donde se presentan, de forma muy resumida y gráfica, las acciones que se han recomendado en cada zona.
- . El cómputo global de acciones necesarias -que se presenta en el cuadro VIII, tanto a nivel de cuenca hidrográfica como peninsular-, confirma, una vez más, la magnitud del problema de las inundaciones. En efecto, basta observar en dicho cuadro que serían necesarios doscientos veintiocho (228) embalses -de los que veintiocho (28) tienen carácter urgente-, o que es preciso proteger los cauces en seiscientos setenta y cuatro (674) obras

de cruce, para intuir la magnitud de los recursos de todo tipo que será necesario poner en juego.

- . Entre los datos incluidos en el documento individualizado de cada zona figura un plano, escala 1:200.000, en el que, con la semiótica adecuada, se emplazan las diferentes acciones seleccionadas; no obstante, con el fin de proporcionar una visión de conjunto, se han realizado y se incluyen en esta SINTESIS, dos planos para todo el territorio peninsular en los que se reflejan, para cada zona, las acciones de tipo estructural que se han seleccionado para cada una de ellas. El primero incluye aquellas actividades que implican obras nuevas, de costes generalmente elevados -embalses, encauzamientos, trasvases, etc-, mientras que en el segundo se han agrupado las que pueden denominarse, en sentido lato, de "mantenimiento" -cortas, limpiezas, dragados, protecciones, etc-. En ambos se utilizan los mismos colores ya definidos anteriormente para distinguir la prioridad en la urgencia de acometer las acciones.
- . Del exhaustivo análisis realizado en los documentos correspondientes a cada una de las zonas se desprenden una serie de conclusiones, entre las que se destacan las siguientes:
  - El elemento más útil en la lucha contra las inundaciones es, probablemente, el embalse de laminación; los grandes embalses construidos en épocas recientes, ya sea para regulación de caudales para riegos o generación de energía hidroeléctrica, han beneficiado, indirectamente pero de forma notable, la situación con respecto a las inundaciones en los tramos medios y bajos de los ríos principales.
  - Desgraciadamente esta solución no es utilizable ni en las cuencas altas de los ríos ni en las cuencas costeras, debido al escaso volumen de los vasos incluso para presas de gran altura. En estos casos debe acudir a protecciones puntuales o a encauzar determinados tramos de los ríos.

- Es preciso investigar los procedimientos más recomendables para minimizar los tiempos de anegamiento en las vegas y planas aluviales, de pendiente casi nula, analizando la influencia de los terraplenes existentes y determinado los sistemas de drenaje más convenientes.
- Es necesario proceder al deslinde de los cauces públicos, como paso previo a la zonificación de las áreas inundables en función del riesgo existente y de su calidad. A partir de esta zonificación se podrán emplear sistemas de seguros, públicos o privados, que contribuirán a distribuir más equitativamente los daños que produzcan las inundaciones.
- Las instalaciones del programa S.A.I.H. (Sistema Automático de Información Hidrológica), actualmente en implantación paulatina en todo el territorio peninsular, proporcionará un conocimiento en tiempo real de la situación hidrológica e hidráulica de la cuenca, permitiendo gestionar el sistema hidráulico -especialmente los embalses-, de manera que se disminuya, al máximo posible, la simultaneidad de los caudales punta y se minimicen los riesgos y daños. Este sistema también permitirá inferir, con cierta antelación y probabilidad, las situaciones hidráulicas futuras, en función de los datos reales y de la experiencia acumulada; esta característica puede ser extremadamente útil para la previsión de las avenidas "relámpago", cuando se ponga a punto el enlace de este sistema automático con las redes de radares meteorológicos.

#### 7.5. Actividades futuras

- . Una vez terminada esta segunda fase del Plan se debe proceder, de inmediato, con la tercera y última. Es preciso que durante la elaboración de los Planes Hidrológicos de cuenca se analicen las soluciones seleccionadas para cada zona durante la segunda fase, con el fin de decidir cuales son las más apropiadas en conjunto; deberán utilizarse para ello procedimientos de mayor detalle, con datos cartográficos apropiados y los necesarios

estudios socio-económicos y de impacto ambiental. Como es obvio será preciso empezar por aquellas zonas que, en cada cuenca hidrográfica, han sido clasificadas en el grupo de máxima prioridad. La inclusión en los Planes Hidrológicos de cada cuenca de aquellas obras, instalaciones y actividades que finalmente resulten más aconsejables, asegurará su aprobación y legitimará su ejecución.

- . Conviene no olvidar en todo caso que todos los medios que se procuren tienen como objetivo final prevenir las inundaciones y reducir los daños que ocasionan, pero sería una utopía pensar que se podrá estar al completo abrigo de sucesos atmosféricos y climáticos de excepcional singularidad.

Marzo, 1988

*El presente INFORME DE SINTESIS ha sido redactado por SYNCONSULT, bajo la superior y permanente dirección de la DIRECCION GENERAL DE OBRAS HIDRAULICAS. Los mapas, una vez diseñados y dibujados, han sido impresos en el INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL.*