

***DELIMITACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN
A ESCALA REGIONAL EN LA COMUNIDAD
VALENCIANA***

SERIE: *PUBLICACIONES DE DIVULGACIÓN TÉCNICA*

COLECCIÓN: "*CARTOGRAFÍA TEMÁTICA*" Número 1

***DELIMITACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN
A ESCALA REGIONAL EN LA COMUNIDAD
VALENCIANA***

*UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
E.T.S. DE INGENIEROS DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA HIDRÁULICA Y MEDIO AMBIENTE*



GENERALITAT VALENCIANA
CONSELLERIA D'OBRES PÚBLIQUES, URBANISME I TRANSPORTS
DIRECCIÓ GENERAL D'URBANISME I ORDENACIÓ TERRITORIAL

VALENCIA 1997

Delimitación del riesgo de inundación a escala regional en la Comunidad Valenciana / Universitat Politècnica de València, ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. — Valencia : Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports, 1997. — 72 p. + 1 cd-rom + 1 plan. pleg. ; 30 cm. — (Publicaciones de Divulgación Técnica. Colección “Cartografía Temática” ; 1)

ISBN : 84-482-1599-0

1. Hidrología - Valencia (Comunidad Autónoma) - Mapas

I. Universitat Politècnica de València. Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. II. Valencia (Comunidad Autónoma). Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports III. Serie

912(460.31):556.535.004.4



**GENERALITAT
VALENCIANA**

CONSELLERIA D'OBRES PÚBLIQUES, URBANISME I TRANSPORTS

Edición: Copyright © Generalitat Valenciana
Conselleria d'Obres Públiques Urbanisme i Transports

Autores: Félix Francés García
Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente
E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
Universitat Politècnica de València

Diseño y Maquetación: Servicio de Información Territorial y Divulgación
Dirección General de Urbanismo y Ordenación Territorial

Impresión: Fernando Gil S.A.

ISBN: 84-482-1599-0

Depósito legal:

PRESENTACIÓN.

Una de las cuestiones de ámbito territorial que mayor preocupación causa en la sociedad es el riesgo de inundaciones. Cualquier punto del territorio puede estar sometido, con mayor o menor frecuencia, a una inundación. La superficie inundable de la Comunidad Valenciana con un riesgo apreciable es de 1300 km², lo que supone el 5,5% de nuestro territorio. A pesar de que la mayor parte de esta superficie se destina a usos agrícolas, se estima que la población afectada es de 350.000 habitantes, lo que da una idea del impacto social del problema.

Por ello, el Gobierno Valenciano ha iniciado determinadas actuaciones tendentes a posibilitar el incremento real del conocimiento del riesgo de inundación, para poder minorar en el futuro el impacto socio-económico de las mismas.

Una de estas actuaciones fue la realización, en el marco de un convenio suscrito entre la Consellería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes y la Universidad Politécnica de Valencia, de un estudio para delimitar las zonas de la Comunidad Valenciana sujetas a un riesgo apreciable de inundación. Como resultado del trabajo se ha obtenido una cartografía del riesgo de inundación a escala regional, que más allá de ofrecer un inventario de zonas inundables, permite incorporar la variable inundabilidad de forma cuantitativa en los procesos de toma de decisiones en el ámbito de la ordenación territorial, así como en los de ejecución de medidas de protección y prevención de inundaciones.

Con la presente publicación se inicia una nueva colección que hemos denominado “Serie de Cartografías Temáticas”, que tiene por objeto la divulgación entre las personas e instituciones implicadas en los procesos de la planificación urbanística y de ordenación territorial, de una serie de estudios elaborados e información recopilada por la Dirección General de Urbanismo y Ordenación Territorial durante los últimos años. Se trata de ofrecer unas novedosas e inéditas herramientas de análisis territorial que sin duda van a facilitar el trabajo de elaboración de proyectos y planes con el fin de conseguir un desarrollo ordenado y equilibrado de nuestro territorio.

LUIS FERNANDO CARTAGENA TRAVESEDO
Conseller de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes.

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- CONCEPTOS PREVIOS	3
2.1.- RIESGO, VULNERABILIDAD E IMPACTO	5
2.2.- TIPOS DE INUNDACIÓN EN LA COMUNIDAD VALENCIANA	7
2.2.1.- Valle fluvial	
2.2.2.- Cono aluvial	
2.2.3.- Desapariciones de cauce	
2.2.4.- Endorreismos y semiendorreismos	
2.2.5.- Marjales	
2.2.6.- Llano de inundación	
2.3.- UTILIDAD DE UN MAPA DE RIESGOS A ESCALA REGIONAL	10
2.3.1.- Ordenación del territorio	
2.3.2.- Medidas de defensa estructurales	
2.3.3.- Diseño de infraestructuras lineales	
2.3.4.- Protección civil	
3.- METODOLOGÍA	13
3.1.- TIPOS DE ESTUDIOS REALIZADOS	15
3.2.- MODELACIÓN HIDROLÓGICA	16
3.2.1.- Precipitaciones máximas diarias	
3.2.2.- Caudales máximos	
3.2.3.- Método Racional Modificado de Témez	
3.2.4.- Información utilizada	
3.2.5.- Fases de los estudios hidrológicos	
3.3.- MODELACIÓN HIDRÁULICA	20
3.3.1.- Hipótesis consideradas	
3.3.2.- Información utilizada	
3.3.3.- Fases de los estudios hidráulicos	
3.4.- NIVELES DE RIESGO CONSIDERADOS	22
3.5.- PRECISIÓN DEL TRABAJO	23
4.- APLICACIÓN A LA COMUNIDAD VALENCIANA	25
4.1.- ÁMBITOS TERRITORIALES MÁS AFECTADOS	27
4.1.1.- Casos más graves	
4.1.2.- Zonas costeras de la provincia de Castellón	
4.1.3.- Zonas del interior de la provincia de Castellón	
4.1.4.- Zonas costeras de la provincia de Valencia	
4.1.5.- Zonas del interior de la provincia de Valencia	
4.1.6.- Zonas costeras de la provincia de Alicante	
4.1.7.- Zonas del interior de la provincia de Alicante	
4.2.- RESULTADOS POR SUPERFICIE	39
4.3.- RESULTADOS POR USOS DEL SUELO	42
4.4.- RESULTADOS POR POBLACIÓN	44
4.5.- MUNICIPIOS CON MAYOR IMPACTO DE INUNDABILIDAD	46
4.5.1.- Provincia de Castellón	
4.5.2.- Provincia de Valencia	
4.5.3.- Provincia de Alicante	
5.- RESUMEN Y CONCLUSIONES	51
6.- REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	55

1.- INTRODUCCIÓN

La Direcció General d' Urbanisme i Ordenació Territorial de la Conselleria d' Obres Públiques, Urbanisme i Transports (en adelante COPUT) firmó un convenio con el Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia (en adelante DIHMA) a finales de 1995, que tenía por título *Delimitación, según distintos niveles de riesgo, de las áreas potencialmente inundables en la Comunidad^o Valenciana*, del que resulta la presente publicación.

Como bien indica su título, el objetivo de este estudio era la delimitación de las zonas de la Comunitat Valenciana con riesgo de inundación apreciable; es decir, la elaboración de lo que se denomina un **mapa de riesgos a escala regional**. No se trata por tanto de un simple inventario de zonas potencialmente inundables, sino que además se pretende obtener una visión general de la distribución espacial del riesgo de inundación. De esta forma, la variable "inundabilidad" podrá ser empleada cuantitativamente en los procesos de decisión de la ordenación territorial y en los de protección contra las inundaciones.

Aunque hemos manejado otros trabajos previos recogidos en la bibliografía, como punto de partida hemos utilizado la identificación exhaustiva de zonas inundables de toda la Comunitat Valenciana obtenida en 1992 por el DIHMA, fruto de un convenio de investigación anterior con la COPUT titulado *Medidas Territoriales de Control de las Inundaciones y Análisis de 5 Prototipos de Trazado de Mapas de Riesgo de Inundación*. Esta primera zonificación se realizó fundamentalmente desde un punto de vista geomorfológico, por lo que no era posible una asignación específica del riesgo de inundación. De hecho, los límites señalados por aquel estudio se corresponden con los de las inundaciones de muy baja frecuencia, por lo que pueden considerarse del lado de la seguridad y asumirse como una cota superior de las zonificaciones de este trabajo. Además, también se estableció la metodología a seguir para la elaboración de un mapa de riesgos, que en parte y teniendo en cuenta el alcance de este estudio hemos seguido.

El equipo que ha participado por parte del DIHMA ha estado constituido por los becarios de investigación Antonio Huerta, Enrique Ortiz, Mario Hernández y Joan Palomares y los profesores Juan Marco y Félix Francés, bajo la dirección de éste último.

Por parte de la COPUT han participado:

- Servicio de Información Territorial y Divulgación.
- Servicio de Ordenación Territorial.

2.- CONCEPTOS PREVIOS

2.1.- RIESGO, VULNERABILIDAD E IMPACTO

Una inundación es un fenómeno natural no permanente, durante el cual una parte del territorio es ocupada temporalmente por las aguas. El **riesgo** de inundación trata de medir la **frecuencia** y la **magnitud** con que se produce este fenómeno.

La definición más habitual de frecuencia de una determinada inundación es la probabilidad de que en un año cualquiera el caudal que la produce se vea superado al menos una vez. Sin embargo, la mayor parte de las veces se habla de período de retorno en años, que es el inverso de esta probabilidad de excedencia. Es decir, cuando se dice que un encauzamiento es capaz de contener la inundación de 100 años de período de retorno, significa que la probabilidad de que el encauzamiento sea insuficiente al menos una vez un año cualquiera es de 0,01.

Por otra parte, la magnitud de la inundación depende de la cantidad de precipitación, de las características de la cuenca vertiente al punto considerado (fundamentalmente su tamaño y la capacidad de infiltración del terreno), y por último de las condiciones de drenaje de ese punto concreto. De tal forma que si la capacidad de drenaje es insuficiente para la magnitud de los caudales recogidos por la cuenca vertiente, se produce una inundación.

Por todo ello, cualquier punto del territorio puede estar sometido a una inundación con mayor o menor frecuencia. La diferencia la encontraremos en la magnitud de la inundación que se produce. Así por ejemplo, el sistema de drenaje de pluviales de cualquier ciudad se diseña para períodos de retorno bajos (o frecuencias de presentación de caudales iguales o superiores al de diseño relativamente altas): entre 2 y 25 años de período de retorno. Sin embargo, debido al pequeño tamaño de las cuencas urbanas, la magnitud de las inundaciones en las ciudades por insuficiencia de la red de colectores suele ser baja.

El riesgo de inundación puede ser modificado por el hombre, tanto positiva como negativamente. En el primer caso se tratará de infraestructuras de defensa contra las crecidas que disminuyen el riesgo en mayor o menor medida, pero que nunca van a ser capaces de eliminarlo completamente. Esta disminución se puede conseguir mediante la construcción de diques, motas, encauzamientos, canales de derivación y presas o mediante actuaciones extensivas de corrección hidrológico-forestal en la cuenca vertiente.

Por contra, el riesgo de inundación puede verse incrementado respecto de la situación natural original en las siguientes situaciones:

- i) Cambios en la cubierta vegetal de la cuenca vertiente que incrementen la escorrentía producida.
- ii) Disminución de la capacidad de desagüe de un cauce debido a su ocupación total o parcial por edificios, terrenos agrícolas, puentes insuficientes, badenes, etc.

- iii) Una vez se ha producido el desbordamiento, el movimiento del agua en la zona de inundación no solo va a ser condicionado por la topografía del terreno, sino también por actuaciones humanas: desde una pequeña tapia hasta la posición de los sistemas de drenaje transversal de una carretera.

La violencia de una inundación puede producir la pérdida de vidas humanas y daños económicos importantes. En los últimos 30 años han muerto o desaparecido en España más de 700 personas a causa de las inundaciones, siendo los daños económicos altísimos: baste recordar para ello que solamente las inundaciones del Júcar de 1982 produjeron el desplazamiento de 100.000 personas y pérdidas directas por valor de 200.000 millones de pesetas de aquel año. De ahí que se defina la **vulnerabilidad** del territorio como los daños producidos en función de la magnitud de la inundación. Estos daños podrán ser tangibles (medibles en términos económicos) o intangibles. Pero no siempre las inundaciones son negativas, ya que si no existen usos humanos debemos considerarlas como un factor más de configuración del ecosistema de la zona.

La variable de magnitud más importante en la determinación de la vulnerabilidad frente a una inundación es el nivel (o calado) máximo alcanzado por las aguas, de tal forma que para cualquier uso del suelo se puede determinar una curva de porcentaje de daño sobre el valor total en función de ese calado. Una conclusión muy importante del trabajo anteriormente realizado por el DIHMA en 1992 fue que, como regla general para todos los usos, el porcentaje de daños es pequeño si los calados son inferiores a 80 centímetros, a partir de este valor se disparan los daños, y por encima de los 120 centímetros éstos crecen lentamente (figura 1). A pesar de la importancia del calado, no hay que olvidar que existen otros factores que influyen en los daños producidos en menor medida, como son la velocidad del agua, la duración de la inundación, la cantidad de sedimentos arrastrados, etc. y que además son más difícilmente evaluables.

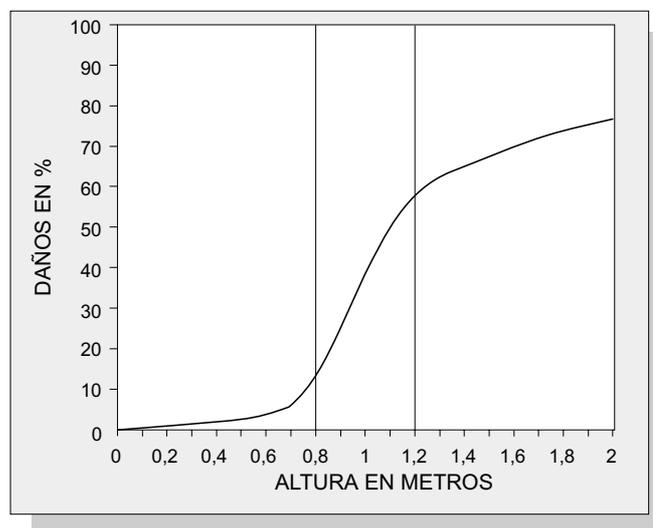


Figura 1. Evolución de los daños en función de la altura de agua alcanzada.

La combinación en el espacio del riesgo y de la vulnerabilidad da lugar a lo que denominamos **impacto** (la figura 2 esquematiza las relaciones entre los diferentes conceptos ya definidos). El impacto en una parte del territorio es el daño medio que potencialmente pueden producir las inundaciones. El impacto será mayor en la medida en que la vulnerabilidad y el riesgo

también lo sean. Por ejemplo, si comparamos un núcleo urbano consolidado y un soto mediterráneo, ambos con el mismo riesgo de inundación, parece lógico que los daños sean mayores en el primero que en el segundo, tanto en términos económicos como sociales.

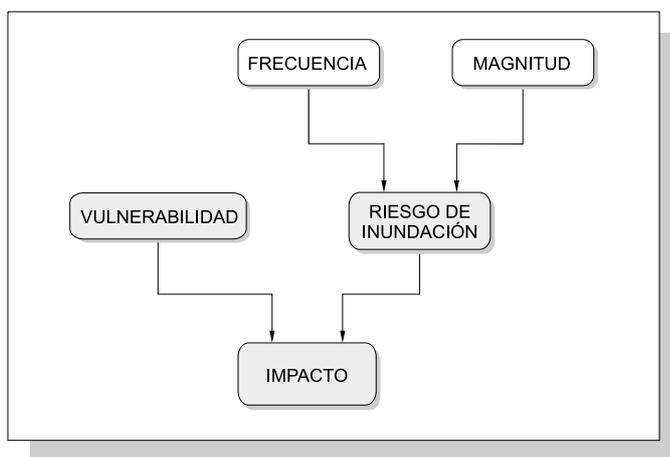


Figura 2. Relación entre los diferentes conceptos básicos sobre inundabilidad. En sombreado las variables espaciales.

Precisamente el objetivo de las medidas de defensa contra las crecidas debe ser disminuir el impacto de las inundaciones. Las medidas de tipo estructural lo hacen disminuyendo el riesgo, pero hay otro conjunto de medidas no estructurales que disminuyen el impacto disminuyendo la vulnerabilidad del territorio. Algunas de estas medidas no estructurales son: la adecuación de la edificación y de las infraestructuras, acciones sobre la ordenación territorial, políticas de seguros, sistemas de alerta, planes de emergencia y la educación e información de la población.

De hecho, a pesar de las grandes inversiones en medidas estructurales que se han venido realizando a lo largo del tiempo, la experiencia de otros países (ver el muy interesante informe para el Presidente de los EEUU del *Natural Hazards Research and Applications Information Center* de 1992) demuestra que los daños se han ido incrementando, por lo que las opciones no estructurales "blandas" cobran una mayor relevancia. Por ello, si una zona vulnerable del territorio está clasificada con un cierto riesgo de inundación, esto no significa que automáticamente haya que realizar inversiones de tipo estructural. Convivir con el riesgo es lo que muchas poblaciones han hecho a lo largo de su historia sin limitaciones insuperables para su desarrollo.

2.2.- TIPOS DE INUNDACIÓN EN LA COMUNIDAD VALENCIANA

En el apartado anterior ya hemos visto que una inundación se produce cuando la capacidad de desagüe del territorio es insuficiente (o incluso nula) frente a unas precipitaciones importantes sobre la cuenca de drenaje. Esta menor capacidad de desagüe puede tener motivos naturales, o estar inducida por el hombre mediante la ocupación parcial o total del cauce fluvial. Vamos a describir a continuación los mecanismos de inundación más habituales en la Comunidad Valenciana.

2.2.1.- Valle fluvial

Un valle fluvial se caracteriza por tener una sección transversal cóncava (en "uve" o en "u"), situándose el río en la parte inferior de la sección. Para un determinado evento de crecida la capacidad del cauce puede ser insuficiente localmente, por lo que el nivel de la lámina de agua se eleva ocupando parcialmente el valle, y retornando al cauce aguas abajo en cuanto su capacidad de desagüe aumenta. Cuando el caudal que circula por el río disminuye, las aguas vuelven a su cauce normal. Se trata por tanto de una inundación paralela al cauce del río, que puede tratarse hidráulicamente con las hipótesis de flujo unidimensional. En función del tamaño del río, la inundación puede ser de unas pocas horas hasta algún día de duración, con una zona inundada que siempre estará muy limitada en superficie.

La inundación en valle fluvial es la inundación clásica de los ríos del interior de la Comunitat en sus tramos altos y medios, como pueden ser los ríos Bergantes, el Turia hasta Manises, o el Serpis hasta Gandía. También puede estar presente en las desembocaduras de ríos menores que no han formado un cono aluvial pero que presentan un desagüe insuficiente; como el Cenia, el barranco de Chinchilla en Oropesa del Mar, o los ríos Nacimiento y Seco de Campoamor en Orihuela.

2.2.2.- Cono aluvial

Cuando los torrentes salen de la montaña y llegan al valle del río principal o a la llanura costera, sufren una disminución brusca de su pendiente, con lo que su capacidad de arrastre de sedimentos también disminuye. En el pie de la montaña se forma un abanico convexo de sedimentos, denominado cono aluvial. En el cono aluvial la capacidad del cauce disminuye porque el torrente no es capaz de excavar un cauce suficiente. El cauce en el cono se encuentra por encima del terreno circundante, de tal forma que durante una crecida la inundación afecta a todo el cono. Además, este cauce es muy inestable, pudiéndose formar uno nuevo en cualquier punto, aprovechando antiguos paleocauces u otras direcciones preferentes de flujo. Sobre el propio cono la duración de la inundación siempre será corta.

Formaciones de tipo cono aluvial también se presentan en la confluencia de un afluente con el río principal (por ejemplo las confluencias de los ríos Sellent y Magro con el Júcar) y en las desembocaduras de los ríos (rambla de Alcalá, río Seco de Castellón de la Plana, río Mijares, barranco del Carraixet, río Gironá, etc...).

2.2.3.- Desapariciones de cauce

Son un caso extremo de disminución de la capacidad del cauce, habitualmente asociadas a un cono aluvial como vimos en el apartado anterior. Por su tamaño, los casos más espectaculares de desapariciones son las del barranco de Benimodo, rambla Gallinera, barrancos de Orgegia y Juncaret y el río Vinalopó, aunque existen decenas de pequeñas desapariciones en toda la Comunidad Valenciana. Aguas abajo de la desaparición puede existir otro cauce que recoge las aguas desbordadas, como es el caso del barranco de Benimodo o la solución artificial del siglo pasado de la rambla del Poyo antes de su confluencia con el barranco de Torrent.

Las desapariciones de cauce son especialmente peligrosas, porque al no existir un cauce definido y circular el agua muy raramente, el hombre tiende a ocupar terrenos de muy alto riesgo con elementos vulnerables sin tener conciencia del peligro existente.

2.2.4.- Endorreismos y semiendorreismos

Un endorreismo es una zona del territorio que no tiene desagüe, debido a que las condiciones topográficas cierran el paso del flujo superficial. En caso de una precipitación importante, las aguas se acumulan en la parte más baja produciendo inundaciones de larga duración. Los cauces que drenan en estas zonas desaparecen formando normalmente un cono aluvial. Si el drenaje solamente se ve dificultado por una pendiente muy pequeña hablaremos de un semiendorreismo. Los endorreismos y semiendorreismos están asociados a saladares, marjales, lagunas o lagos en función de su régimen hidrológico. Algunos ejemplos son la rambla de La Viuda aguas arriba de la sierra Esparraguera, la rambla Cabañera en Sinarcas, el barranco de Las Ovejas entre San Vicente del Raspeig y Alicante, o las salinas de Santa Pola. En estos casos, las inundaciones pueden tener una duración de varios días.

2.2.5.- Marjales

Una marjal es un caso particular de endorreismo. Las marjales en la Comunidad Valenciana son formaciones costeras en las que la dificultad de drenaje se debe a la existencia de un cordón de dunas litoral que cierra el paso hacia el mar en una longitud importante. Por tener una cota muy baja, los niveles freáticos serán casi siempre altos, siendo la presencia de agua en muchos casos permanente. Las inundaciones pueden llegar a durar más de una semana.

Debido a su situación geográfica, a la facilidad de su puesta en regadío y a su relativa aptitud agrícola, las marjales han sido siempre atractivas para el hombre, por lo que muchas de ellas se han desecado artificialmente a lo largo de la historia. Ello no evita que sigan siendo zonas de acumulación de las aguas en caso de fuertes lluvias. A lo largo de toda la costa de las provincias de Castellón y Valencia nos encontramos con marjales o antiguas marjales desecadas total o parcialmente, como las de Peñíscola, Oropesa del Mar, Canet d'en Berenguer, Tavernes de la Valldigna, o Pego.

En la práctica, podemos hablar de una evolución de las marjales, de tal forma que muchas de ellas en una primera etapa se convirtieron en arrozales, con posterioridad se elevaron y desecaron los terrenos para cultivo de regadío (actuaciones realizadas en su mayor parte por el IRYDA desde los años 60 hasta incluso la actualidad), y en una última fase se han utilizado algunas de ellas como zonas de desarrollo turístico dada su proximidad al mar.

2.2.6.- Llano de inundación

En los tramos bajos de los ríos, ya cerca de sus desembocaduras, éstos dejan de ser erosivos, de tal forma que para los caudales normales son estables en sentido vertical; es decir, el balance entre erosión y sedimentación es nulo a nivel global. Esto no impide que localmente este balance se descompense, formándose los meandros típicos de estos tramos que, a escala geológica, dan lugar a movimientos laterales del río.

Durante una crecida lo suficientemente grande como para superar la capacidad de desagüe del cauce, el río se desborda y deposita los sedimentos arrastrados en su entorno. La acumulación de estos sedimentos en sucesivas terrazas forma su llano aluvial o de inundación. Dado que los sedimentos se depositan en mayor proporción en los alrededores del cauce, nos podemos encontrar con que éste se encuentre por encima de su llano.

La inundación del llano aluvial siempre es una inundación masiva en la que el movimiento del agua es bidimensional, aunque aparecen concentraciones del flujo en los paleocauces abandonados, en las zonas más bajas o forzados por las infraestructuras existentes. Si el cauce se encuentra sobreelevado, el retorno de las aguas al mismo se ve dificultado, por lo que los niveles alcanzados y la duración de la inundación se incrementan. Además, las condiciones de desagüe en la desembocadura se pueden ver dificultadas por el hecho de que el nivel medio del mar se eleve si se produce al mismo tiempo una situación generalizada de bajas presiones.

Las inundaciones de los ríos Júcar y Segura son inundaciones de tipo llano de inundación. En el caso del río Júcar la inundación ocupa una parte importante de las comarcas de la Ribera, aunque la duración de sus inundaciones es inferior a la semana. En el caso del río Segura, debido a que el cauce se sitúa por encima de su valle y a las dificultades de drenaje, las inundaciones de la Vega Baja suelen tener una duración superior a la semana.

2.3.- UTILIDAD DE UN MAPA DE RIESGOS A ESCALA REGIONAL

Si el concepto de riesgo de inundación debe incluir las definiciones de frecuencia y magnitud, un mapa de riesgos es la representación gráfica de estas variables de una forma discretizada. La forma habitual de presentación es la de un mapa de los calados alcanzados por la inundación para cada período de retorno seleccionado. Sin embargo, en el caso que nos ocupa la discretización ha sido lo suficientemente grosera (2 intervalos de magnitud y 3 de frecuencia) como para permitir su representación en un único mapa.

La elaboración de un mapa de riesgos de inundación a escala regional, no sólo sirve para tener una idea de la distribución espacial del riesgo, sino que también puede servir para otras aplicaciones en distintos ámbitos. Veámoslas a continuación.

2.3.1.- Ordenación del territorio

Algunas de las utilidades de un mapa de riesgos de inundación en el ámbito de la ordenación territorial son:

- i) Su superposición con la zonificación de los usos actuales del suelo puede servir para la determinación en una primera aproximación de las áreas con mayor impacto del territorio.
- ii) Si además se dispone de una valoración de los daños producidos en cada categoría de uso del suelo en función de la magnitud, la evaluación con mayor precisión de la variabilidad espacial del impacto a largo plazo es inmediata.
- iii) Determinación de zonas del territorio donde la normativa urbanística tendrá que ser más exigente.
- iv) Guía para la distribución de futuros usos del suelo o actividades a nivel de planificación regional o municipal, evitándose problemas de inundaciones más adelante. A nivel municipal dada la menor escala de trabajo utilizada, será necesaria una adaptación de los límites regionales, que en función del impacto del problema requerirá o no un estudio de detalle adicional.

- v) Como una capa de información más para la determinación de la aptitud potencial del territorio a cada uso.

2.3.2.- Medidas de defensa estructurales

Desde el punto de vista de las medidas de defensa contra las crecidas, se puede utilizar un mapa de riesgos para:

- i) Superponiéndolo con un mapa de vulnerabilidad, obtener un mapa de impacto o daños medios, con lo que es posible una priorización objetiva de las inversiones para la defensa contra las crecidas, e incluso su evaluación económica.
- ii) Es el punto de partida para la determinación de una prima de seguro (público, subvencionado o privado), ya que ésta es función del riesgo al que está sometida cada propiedad.
- iii) La divulgación de un mapa de riesgos de inundabilidad tanto a nivel de políticos y técnicos como del público en general, serviría para tener un conocimiento exacto del riesgo real al que cada persona y propiedad está sometida, facilitando la "convivencia" con el río que está provocando el problema. De esta manera, los daños futuros en caso de producirse una inundación con toda probabilidad serán menores. Por contra, asustar a la población o quitar importancia al problema serán siempre contraproducentes.

2.3.3.- Diseño de infraestructuras lineales

El conocimiento de las zonas inundables debería de servir como una pieza más en el proceso de decisión del trazado de infraestructuras lineales (carreteras, ferrocarril, conducciones, canales, etc...) y en el diseño de sus sistemas de drenaje transversal.

2.3.4.- Protección civil

La disponibilidad de un mapa de riesgos es clave para una correcta elaboración de las medidas de emergencia por parte de Protección Civil, y en caso de alarma, para su puesta en marcha.

3.- METODOLOGÍA

3.1.- TIPOS DE ESTUDIOS REALIZADOS

Como punto de partida para la localización de las zonas inundables hemos empleado el estudio del DIHMA (1992) realizado para la COPUT. El resto de fuentes enumeradas en la bibliografía han servido para su confirmación. En cada una de las zonas inundables hemos obtenido los límites de inundación para cada frecuencia estudiada y evaluado su magnitud. Sin embargo, dada la diferente importancia de cada caso, hemos realizado los siguientes tipos de estudios:

- i) En los casos más graves por magnitud o por vulnerabilidad del territorio, hemos realizado:
 - Un estudio hidrológico completo y detallado de la cuenca que drena en la zona de interés, con el que se determinaban los caudales de crecida correspondientes a diferentes períodos de retorno.
 - Y un estudio hidráulico simplificado para determinar la capacidad de desagüe del cauce y, en caso de desbordamiento, el área y la altura inundada para cada caudal.
- ii) En la zona de inundación masiva del Júcar se han utilizado las simulaciones de las inundaciones de 1982 y 1987 realizadas por el Centro de Estudios Hidrográficos (CEH, 1986 y 1990) y los análisis de frecuencia realizados por el DIHMA previamente (DIHMA, 1993; y Francés, 1995).
- iii) En el caso del río Segura sólo se ha dispuesto de estudios referentes a las zonas inundadas en las crecidas más recientes de la Confederación Hidrográfica del Segura (1992), y el estudio de frecuencia de las crecidas de Francés (1995).
- iv) En las zonas en las que la inundación es pequeña en superficie por estar generada por un problema puntual fácilmente resoluble, es poco importante debido a los calados que pueden alcanzarse, o afecta a una parte del territorio de poco interés:
 - Se ha estimado la frecuencia de inundación por comparación con cuencas similares desde el punto de vista hidrológico y climático (en algún caso se ha realizado un estudio hidrológico),
 - Se han asumido los límites de inundación del estudio de inundabilidad de 1992 ya mencionado (DIHMA, 1992).

3.2.- MODELACIÓN HIDROLÓGICA

En nuestro caso, el objetivo de la modelación hidrológica es la obtención para diferentes niveles de frecuencia del caudal pico de crecida correspondiente. Para ello, en primer lugar, se obtienen para esas frecuencias las precipitaciones máximas diarias. En una segunda fase, mediante un modelo de transformación de la lluvia en escorrentía, se convierten éstas en caudales máximos.

3.2.1.- Precipitaciones máximas diarias

Para la estimación de las precipitaciones diarias máximas anuales hemos utilizado los trabajos realizados por D. Javier Ferrer (en la actualidad en la Confederación Hidrográfica del Júcar) y Dña. Liana Ardiles del Centro de Estudios Hidrográficos (Ferrer y Ardiles, 1995; Ferrer, 1996). Se puede considerar como el mejor estudio de este tipo disponible en estos momentos en España.

En él se obtienen las precipitaciones máximas para diferentes niveles de riesgo basándose en el ajuste regional de la función de distribución *SQRT-Exponential Type Distribution of Maximum*. La expresión de esta función de probabilidad acumulada es:

$$F(x) = \exp \left[-k \left(1 + \sqrt{\alpha x} \right) \exp \left(-\sqrt{\alpha x} \right) \right] \quad (1)$$

donde:

x es la precipitación diaria máxima anual en mm.

k y α son los parámetros de la función de distribución de probabilidad.

Las regiones las obtuvieron con criterios climáticos y de homogeneidad estadística, resultando un total de 26 para toda España, encontrándose la Comunidad Valenciana en su mayor parte en una de ellas junto con las provincias de Murcia y Almería. Para cada región, el valor de la precipitación máxima anual media en cada punto la obtuvieron a partir de una interpolación espacial mediante la técnica del *kriging*. Después de estandarizar las series con su media, estimaron el coeficiente de variación regional, aplicando un suavizamiento en los límites entre las regiones.

El resultado final es que se puede obtener la precipitación diaria máxima anual para cualquier período de retorno y cualquier punto del territorio a partir exclusivamente de su localización geográfica, ya que su media y su coeficiente de variación quedan definidos siguiendo a la inversa el proceso de cálculo anteriormente descrito.

3.2.2.- Caudales máximos

Para la conversión de la lluvia en escorrentía hemos empleado el Método Racional Modificado del Prof. D. José Ramón Témez del Centro de Estudios Hidrográficos. Este método es el recomendado por el MOPU (Témez, 1990), pero con modificaciones posteriores (Témez, 1991). La metodología de Témez se basa en el método racional, aplicable a pequeñas cuencas, pero con una serie de modificaciones que amplían su rango de validez hasta los 3000 km².

En el caso de existir embalses en la cuenca, como regla general se asumirá que la cuenca vertiente aguas arriba del mismo no contribuye a las crecidas en el punto de interés. Esto será cierto porque la capacidad de laminación del embalse sea elevada, y/o por que por el tamaño de las subcuencas aguas arriba y aguas abajo del embalse de lugar a que la probabilidad de tener precipitaciones fuertes en ambas subcuencas simultáneamente sea baja.

Si el embalse es pequeño (como por ejemplo el futuro embalse del Algar, en el río Palancia), hemos sumado al caudal de la subcuenca inferior el caudal laminado por la presa, afectados por el coeficiente de reducción areal correspondiente a la cuenca total.

3.2.3.- Método Racional Modificado de Témez

El método racional supone que el caudal máximo es el generado por la lluvia de duración igual al tiempo de concentración de la cuenca. De tal forma que:

$$Q = \frac{C I A}{3,6} K \quad (2)$$

donde:

Q = caudal pico en m³/s

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de la tormenta de diseño en mm/h

A = superficie de la cuenca en km²

K = coeficiente de uniformidad

Las fases propuestas por el Prof. Témez son las siguientes:

i) Tiempo de concentración

La fórmula para obtener el tiempo de concentración recomendada es una modificación de la del *US Army Corps of Engineers*:

$$T_C = 0,3 \frac{L}{J^{1/4}}^{0,76} \quad (3)$$

donde:

T_C = tiempo de concentración en horas

L = longitud del cauce principal en km

J = pendiente del cauce principal

ii) Precipitación diaria

Para tener en cuenta la no uniformidad espacial de la lluvia, hay que afectarla por un coeficiente de reducción areal si la superficie de la cuenca es mayor de 1 km². Este coeficiente tiene por expresión:

$$K_A = 1 - \frac{\log A}{15} \quad (4)$$

donde A es la superficie de la cuenca en km².

iii) Tormenta de diseño

La curva intensidad-duración-frecuencia tiene la siguiente expresión:

$$\frac{I_T}{I_D} = \frac{I_1}{I_D} \frac{28^{0,1} t^{0,1}}{28^{0,1} 1} \quad (5)$$

donde:

I_t = intensidad media de la tormenta de diseño en mm/h, a emplear en la ecuación (2)

I_d = intensidad media diaria en mm/h

I_1 = intensidad media de la tormenta de 1 hora de duración

t = duración de la tormenta de diseño e igual al tiempo de concentración

La relación entre la intensidad horaria y la diaria (factor de torrencialidad) se obtiene a partir de un estudio regional, resultando para la Comunidad Valenciana valores entre 11 y 11,5.

iv) Coficiente de escorrentía

Para obtener el coeficiente de escorrentía, el método de Témez utiliza el modelo de infiltración del *Soil Conservation Service*, de tal forma que el coeficiente de escorrentía depende tanto del parámetro del modelo de infiltración, como de la magnitud del aguacero. El resultado es:

$$C = \frac{P_d / P_0 - 1}{P_d / P_0} \frac{P_d / P_0 - 23}{11^2} \quad (6)$$

donde:

P_d = precipitación diaria en mm

P_0 = umbral de escorrentía en mm

El umbral de escorrentía es el parámetro del modelo de infiltración. Este parámetro se encuentra tabulado y es función de la vegetación (o uso del suelo), la pendiente y del tipo de suelo.

Además, el umbral de escorrentía debe afectarse por un coeficiente corrector que tiene en cuenta la humedad antecedente y otras correcciones experimentales. Este coeficiente está regionalizado, de tal forma que para la Comunidad Valenciana varía entre 2,7 y 3,2 (mayor cuanto mayor es la aridez de la cuenca).

v) Coeficiente de uniformidad

El coeficiente de uniformidad K viene dado por la ecuación:

$$K = 1 + \frac{T_c^{1,25}}{T_c^{1,25} + 14} \quad (7)$$

que es función del tiempo de concentración, y tiene en cuenta el error introducido en la hipótesis de uniformidad temporal de la precipitación a medida que crece el tamaño de la cuenca.

3.2.4.- Información utilizada

La información que hemos utilizado en los estudios hidrológicos es la siguiente:

- i) Mapas del Instituto Geográfico Nacional a escalas 1:50.000 y 1:200.000 en soporte papel de toda la Comunidad Valenciana y zonas limítrofes.
- ii) Mapas geológicos del Instituto Geológico y Minero Nacional, a escalas 1:50.000 y 1:200.000, en soporte papel, de toda la Comunidad Valenciana y zonas limítrofes.
- iii) Estudio previo de zonas de inundabilidad (DIHMA, 1992) y mapas de toda la Comunidad Valenciana, a escala 1:50.000 en soporte informático, suministrados por la COPUT.
- iv) Mapas de usos del suelo y vegetación a escala 1:50.000 en soporte informático, suministrados por la COPUT, de toda la Comunidad Valenciana.

3.2.5.- Fases de los estudios hidrológicos

En los estudios hidrológicos las fases seguidas han sido:

- i) Delimitación de la cuenca vertiente y cauce principal y su digitalización mediante Autocad.
- ii) A partir de una discretización de la cuenca lo suficientemente fina en función de su tamaño, obtención de la precipitación máxima diaria para 25, 100 y 500 años de período de retorno en cada uno de los puntos de la discretización, mediante el programa MAXPLU desarrollado por D. Javier Ferrer. La precipitación máxima de la cuenca se obtiene como media espacial de estos valores.

- iii) Mediante superposición en el SIG (Sistema de Información Geográfica) Arcview de la cuenca con los planos de usos del suelo y litología, obtención de las zonas homogéneas de umbral de escorrentía y su promediación areal.
- iv) Obtención de la superficie y longitud del cauce principal en Autocad y estimación sobre el plano 1:50.0000 de la pendiente media para calcular el tiempo de concentración.
- v) Aplicación del modelo de Témez mediante el programa AQUAFLOOD desarrollado por el DIHMA.

3.3.- MODELACIÓN HIDRÁULICA

3.3.1.- Hipótesis consideradas

El objetivo de la modelación hidráulica es convertir los caudales de la modelación hidrológica en límites y calados en la zona de inundación.

Dado el alcance y precisión de este trabajo, con carácter general la obtención de la lámina de agua la hemos realizado con la hipótesis de flujo uniforme. Es decir, la pendiente de la línea de energía se aproxima por la pendiente del lecho del cauce. Sin embargo, cuando nos encontramos cerca de una condición de control o sección con una fuerte pérdida de energía, hemos calculado la curva de remanso correspondiente, ya que la hipótesis de flujo uniforme es claramente no válida. Además, hay que tener en cuenta que normalmente estas secciones singulares producen una disminución de la capacidad de desagüe hacia aguas arriba, por lo que tienen un interés especial. Las situaciones en las que se ha calculado una curva de remanso completa han sido:

- i) En las desembocaduras, considerando como condición de control un calado crítico o el nivel del mar, en función de la posición relativa del calado normal respecto del nivel del mar. En todos los casos se ha asumido una sobreelevación del nivel del mar de 80 centímetros. Esta sobreelevación se produce por las bajas presiones que acompañan a las precipitaciones extraordinarias.
- ii) En los estrechamientos de tipo natural, o producidos por badenes de caminos y carreteras o por la presencia de estribos y pilas de puentes dentro de los cauces. En estos casos se ha comprobado la formación de una sección crítica y calculado el remanso hacia aguas arriba debido a las pérdidas de energía producidas.
- iii) Formación de un calado crítico en los saltos naturales.
- iv) Los pequeños azudes producen un calado crítico y un remanso aguas arriba.

Para el cálculo de la capacidad de un encauzamiento cubierto se ha considerado el flujo en presión con la carga máxima sin desbordamiento en la entrada del mismo.

Por último, como ecuación de pérdidas de energía, se ha utilizado tanto en lámina libre como en presión la ecuación de Manning, cuya expresión es:

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (8)$$

donde:

v= velocidad media del flujo en m/s

n= coeficiente de Manning

R= radio hidráulico en m

S= pendiente de la línea de energía

3.3.2.- Información utilizada

Las fuentes de información utilizada en los estudios hidráulicos ha sido:

- i) Mapas a escala 1:10.000 de algunos municipios, en soporte papel, suministrados por la COPUT.
- ii) Visitas de campo con cinta métrica y jalón.

Para la digitalización final de las zonas de riesgo de inundación:

- iii) Mapas topográficos a escala 1:50.000 en soporte informático y suministrados por la COPUT.

3.3.3.- Fases de los estudios hidráulicos

Para cada estudio hidráulico se han realizado los siguientes trabajos:

- i) Localización de los tramos principales del cauce y puntos singulares en la zona de desbordamiento. Determinación de secciones transversales y pendientes con los mapas a escala 1:10.000. Confirmación en campo de la sección mediante cinta y estimación del número de Manning.
- ii) Determinación de la capacidad de desagüe del cauce a lo largo de su trazado, con lo que se definirán los caudales de desbordamiento mediante el programa SECCION1 si el flujo es considerado como uniforme, o RIOL en caso contrario. Ambos programas han sido desarrollados por el DIHMA.
- iii) Determinación de las secciones, pendientes y números de Manning en la zona de desbordamiento. Cálculo de los niveles alcanzados mediante el programa SECCION1 y criterios geomorfológicos.
- iv) Trazado en papel a escala 1:50.000 de los límites de inundación para cada nivel de frecuencia con apoyo en la información de los mapas 1:10.000, y diferenciando si existieran las zonas de calado mayor de 80 centímetros. Dada la escala de dibujo, hemos realizado una simplificación de las líneas del lado de la seguridad incorporando las zonas de menor riesgo de superficie reducida a las de riesgo mayor.
- v) Digitalización de los recintos mediante Autocad.

- vi) Control de errores de digitalización, mediante impresión en papel y comparación con el mapa original.
- vii) Conversión a formato del SIG ArcInfo.
- viii) Por último, adaptación final de las zonas inundables al resto de capas de información de la COPUT (topografía, red de drenaje, infraestructuras y núcleos urbanos) mediante superposición en ArcInfo.

3.4.- NIVELES DE RIESGO CONSIDERADOS

La definición de riesgo tiene que tener en cuenta tanto la probabilidad de ocurrencia de la inundación, como los niveles alcanzados. La escala de trabajo, que marca la precisión del estudio, es la 1:50.000. Dada esta escala, hemos creído conveniente reducir a sólo seis los niveles de riesgo considerados, como combinación de tres niveles de frecuencia y dos de calados.

En cuanto a los niveles de frecuencia, hemos distinguido los siguientes:

- i) Alta frecuencia de inundación. Se corresponde con zonas sometidas a inundaciones de período de retorno inferior a 25 años, o lo que es lo mismo, probabilidad de sufrir una inundación un año cualquiera igual o superior al 4%.
- ii) Frecuencia media de inundación. Son aquellas zonas que sufren inundaciones entre 25 y 100 años de período de retorno, es decir, probabilidad de inundación entre el 4 y el 1%.
- iii) Frecuencia baja de inundación. Se corresponde con zonas inundadas con crecidas de 100 hasta 500 años de período de retorno. En términos de probabilidad de inundación, entre el 1 y 0,2%.

Aunque existen múltiples factores que determinan la cuantía de los daños debidos a una inundación, como simplificación y dado el alcance de este trabajo sólo vamos a considerar el calado máximo alcanzado por las aguas. Las razones que apoyan esta simplificación se basan en que realmente es el factor más importante en la mayoría de los casos, y en que otros factores como la velocidad o el transporte de sedimentos están altamente correlacionados con el calado. La discretización de calados que vamos a considerar es la siguiente:

- a) Calados bajos, cuando el nivel de agua esperado general en la zona de inundación es inferior a 80 centímetros. Aunque se pueden producir vías preferentes de flujo con fuertes daños, en general las pérdidas económicas que se pueden producir son limitadas y las medidas a adoptar para disminuirlas serán sencillas.
- b) Calados altos, cuando el nivel es superior a los 80 centímetros. En este caso los daños comienzan a ser muy importantes.

Como resultado tenemos 6 niveles de riesgo (ver la tabla 1), por combinación de los factores anteriores:

- i) Alto riesgo. Calados altos con frecuencia alta (riesgo 1) o con frecuencia media (riesgo 2).

- ii) Riesgo medio. Calados bajos con frecuencia alta (riesgo 3) o con frecuencia media (riesgo 4).
- iii) Riesgo bajo. Frecuencia baja de inundación con calado alto (riesgo 5) o con calado bajo (riesgo 6).

Calado	Frecuencia		
	Baja	Media	Alta
Bajo	6	4	3
Alto	5	2	1

Tabla 1. Nivel de riesgo por combinaciones de intervalos de frecuencias y calados

3.5.- PRECISIÓN DEL TRABAJO

El objetivo concreto perseguido y la extensión territorial de un estudio regional, han condicionado la precisión de este trabajo. Las limitaciones de nuestro mapa de riesgo de inundación son las siguientes:

- i) Aunque se han manejado escalas superiores en los estudios hidráulicos (normalmente 1:10.000), la zonificación de los riesgos se ha realizado a la escala 1:50.000, con las implicaciones de precisión que esto conlleva. Por ejemplo un error de 1 mm en el plano se corresponde con 50 m en la realidad. En los casos en los que sea necesaria una delimitación más precisa, se requerirá una topografía y modelación hidráulica de detalle no utilizada en este trabajo.
- ii) No hemos designado los cauces de los ríos, barrancos y torrentes, por tratarse de elementos con superficies muy pequeñas, y porque a la escala manejada son entidades lineales. Por supuesto **toda la red fluvial (ríos, ramblas, barrancos y arroyos) debe considerarse siempre como zona inundable de muy alto riesgo.**
- iii) Además, por situarse en otras capas de información como masas de agua, no hemos delimitado los perímetros de embalses y lagos, que evidentemente son zonas no accesibles a ningún uso del suelo.
- iv) Sólo se han clasificado seis niveles de riesgo de inundación combinando tres intervalos de frecuencia y dos intervalos de calados alcanzados, tomando como frecuencia máxima la de 500 años de período de retorno. Sin embargo, cualquier punto puede sufrir una inundación, ya que basta con que la precipitación sea de la suficiente magnitud. Afortunadamente, en la mayoría del territorio de la Comunidad Valenciana la precipitación necesaria para producir una inundación apreciable tiene una frecuencia extremadamente baja. Esta situación se debe en la mayor parte de los casos al pequeño tamaño de la cuenca vertiente, y en otros a una gran capacidad de desagüe del cauce, que hace que la inundación se contenga en la inmediaciones del río.

- v) Dado que las infraestructuras actuales de todo tipo, las edificaciones y en general cualquier actuación humana sobre el territorio pueden condicionar el riesgo de inundación, debe tomarse este estudio como el resultado correspondiente a la situación actual del problema. Cualquier cambio que afecte a la producción de escorrentía en la cuenca, la capacidad de desagüe de un cauce o las condiciones de flujo en la zona inundada supondrán una modificación a favor o en contra de las áreas que hemos delimitado.

Incluso tratándose de medidas estructurales para la defensa contra las crecidas, puede ocurrir que se mejore la situación en una zona del territorio pero se empeore en otra. Por poner un ejemplo, el núcleo urbano de Cullera no está sometido a graves inundaciones del río Júcar a pesar de que la capacidad del cauce en este tramo final está limitada. Esto es así porque el desbordamiento natural del Júcar se produce aguas arriba de esta población, dirigiéndose las aguas en dirección a la Albufera por la margen izquierda y a la marjal de Tavernes por la derecha. Cualquier mejora de la capacidad del río aguas arriba de Cullera producirá con toda seguridad el que las partes bajas de esta población incrementen su riesgo de inundación.

- vi) La incorporación de la parte correspondiente de un mapa de riesgos de inundación regional en cada Plan de Ordenación Municipal es fundamental para que aquel resulte útil. Sin embargo, debe ser responsabilidad de los técnicos municipales el decidir entre:
 - a) Mantener los límites señalados en este estudio con el cambio de escala necesario. Esta situación será la más habitual y tendrá sentido bien por tratarse de un problema claramente marcado en el terreno, o por afectar a zonas definidas como no urbanizables y poco vulnerables.
 - b) O realizar un estudio hidráulico de detalle para el refinamiento de los límites de riesgo.

4.- APLICACIÓN A LA COMUNIDAD VALENCIANA

4.1.- ÁMBITOS TERRITORIALES MÁS AFECTADOS

En la Comunidad Valenciana hemos localizado aproximadamente 400 zonas con riesgo de inundación apreciable. Estas zonas inundables son de tamaño muy dispar: desde las inundaciones masivas de los ríos Júcar y Segura, hasta las desapariciones de pequeños barrancos. De todas ellas, se han analizado con detalle un total de 97 casos, cuyos estudios se recogen en los anejos de DIHMA (1996). Sus niveles de riesgo de inundación correspondientes se encuentran delimitados en el mapa adjunto.

4.1.1.- Casos más graves

Teniendo en cuenta la probabilidad de mayor impacto (debido a una mayor vulnerabilidad del territorio, a la superficie inundada y al riesgo existente) cabría destacar las siguientes zonas inundables en la Comunidad Valenciana:

1.- Desembocadura de la rambla de Alcalá

La rambla de Alcalá da lugar a una zona de riesgo alto por insuficiencia general del cauce y relieve invertido a partir de la carretera N-340. Afecta a una zona industrial y a las edificaciones turísticas del sur de Benicarló. Esta rambla alimenta la marjal situada al sur de la misma y que se extiende hasta la población de Peñíscola.

2.- Río Seco (o rambla de Borriol)

Sobre el cono aluvial del río Seco se sitúa la ciudad de Castellón de la Plana. El cauce es insuficiente y con varios puentes que obstruyen el paso del agua con riesgo muy alto. La inundación afectaría aproximadamente al 50% de la ciudad, como ya ha ocurrido alguna vez en el pasado.

El cauce natural desaparecía de forma natural en la marjal de Castellón de la Plana. Sin embargo, en la actualidad el tramo final (desde que abandona el núcleo urbano hasta la desembocadura) está encauzado por unos diques insuficientes, con lo que el riesgo de inundación es alto en la zona costera, afectando fundamentalmente al aeródromo y a las viviendas unifamiliares dispersas que existen en el triángulo entre Benicasim, Castellón de la Plana y la línea de costa.

3.- Desembocadura del río Palancia

El cono del río Palancia presenta un cauce insuficiente a partir del hospital comarcal, agravado por la insuficiencia del badén de la carretera del Puerto de Sagunto a Canet d'en Berenguer. Se genera una zona de riesgo medio que afecta al núcleo urbano del Puerto de Sagunto y al núcleo urbano y zona turística de Canet d'En Berenguer.

En la misma desembocadura existe una pequeña isla formada por dos brazos del río. La isla está ocupada por un grupo de viviendas unifamiliares de baja calidad, con alta densidad y probablemente ilegales. El riesgo es muy alto con el agravante de la posibilidad de producir un número elevado de víctimas humanas si la inundación tiene lugar en un fin de semana o en período estival.

4.- Barrancos del Carraixet y Palmaret

El cono aluvial del barranco del Carraixet arranca en la población de Alfara del Patriarca. El encauzamiento terminado en 1996 tiene una capacidad suficiente, pero necesita prolongarse hasta el inicio del cono (a la altura de Alfara del Patriarca), ya que en la actualidad se pueden producir desbordamientos importantes entre Alfara del Patriarca y Tavernes, con lo que se afectaría a una parte importante de la comarca de L' Horta Nord (incluyendo el norte de Valencia). Aguas arriba de Alfara del Patriarca existe un tramo de cauce insuficiente pero de riesgo y vulnerabilidad muy bajos.

Ya en el cono aluvial, por la margen derecha aparece una vía preferente de flujo con riesgo alto, que coincide con el barranco del Palmaret. Este barranco recoge las aguas desbordadas del Carraixet y las de otros barrancos situados aguas arriba como los de Rocafort, Godella y Masarrochos. El barranco del Palmaret carece de un cauce natural en la mayor parte de su recorrido, coincidiendo en su tramo final con la Acequia de Vera.

5.- Inundación masiva del río Júcar

Se pueden distinguir tres subzonas de inundación a lo largo del tramo bajo del río Júcar:

- i) Desde Tous hasta Alberic las inundaciones del Júcar son de riesgo bajo y afectando fundamentalmente a la margen derecha del cauce, debido especialmente a la existencia del cono del río Sellent, donde el riesgo es de medio a alto.
- ii) Entre las confluencias del río Albaida y el Magro el riesgo es bajo en la actualidad, aunque por la margen derecha afecta a poblaciones tan importantes como Carcaixent y Alzira. Por la margen izquierda el flujo se concentra en el cauce del río Vert (paleocauce del Júcar), que recoge además las aguas del barranco de Benimodo. Los dos desbordamientos tienden a volver al Júcar aguas arriba de la confluencia del Magro.
- iii) A partir del río Magro y hasta la desembocadura aparecen tramos de cauce con mucha menor capacidad que provocan la inundación de La Ribera Baja con período de retorno inferior a los 100 años y calados altos, es decir, con un riesgo alto. Estos tramos insuficientes se encuentran fundamentalmente entre Algemesí y Albalat de la Ribera, y entre Fortaleny y el azud de Cullera. Los caudales desbordados no retornan al Júcar: por la margen izquierda el flujo se dirige hacia la Albufera rodeando Sueca por el este y el oeste a través de dos corredores ocupados por arrozales; mientras que por la margen derecha el flujo desbordado se concentra inicialmente en el barranco del Duc, para dirigirse posteriormente hacia la marjal de Tavernes de la Valldigna.

6.- Barrancos de Juncaret y Orgegia

Estos cauces desaparecen en el casco urbano de Santa Faz, inundando esta pedanía y diversas zonas de expansión de Alicante, con una presión urbanística muy fuerte. El desagüe, sin cauce definido en la actualidad, se produce en la playa de la Albufereta.

7.- Cono del río Vinalopó

El cono aluvial del río Vinalopó es la mayor desaparición de un cauce en la Comunidad Valenciana. El cono activo es muy grande, abarcando el triángulo comprendido entre su salida de Elche, las salinas de Santa Pola y la laguna del Hondo. Las aguas desbordadas (que por tratarse de una desaparición es prácticamente todo el caudal que viene por el río) alimentan estas zonas húmedas. Afecta a una superficie importante de huerta, pero en la actualidad el problema se ha agravado por tratarse también de una zona con viviendas de segunda residencia, que incrementan la vulnerabilidad del territorio.

8.- Inundación masiva del Segura.

El antiguo cauce del río Segura y su encauzamiento actual se sitúan artificialmente sobre la margen derecha de su valle. Por tanto, los caudales desbordados inundan la parte más baja de la Vega del Segura sin posibilidad de retorno al río. Como además la salida al mar está constreñida a la Gola del Segura (por la sierra del Molar al norte, y Guardamar del Segura al sur), las inundaciones son de larga duración. También hay que tener en cuenta que parte de las crecidas de otros ríos, como el Vinalopó o el Chicamo, acaban desembocando en la Vega Baja.

El riesgo actual es alto, ya que aunque el encauzamiento finalizado recientemente y las presas de laminación del Segura cubren las crecidas de menos de 50 años de período de retorno, los calados de agua esperados en la Vega serán siempre muy altos.

9.- Río Chicamo (o Rambla de Abanilla).

Se trata de una desaparición de cauce con una cuenca de 364 km² aguas abajo del cementerio de Benferri, inundando una zona relativamente extensa y que afecta al entorno de Orihuela. Como ya hemos indicado en el caso anterior, puede solaparse con la inundación producida por el Segura.

4.1.2.- Zonas costeras de la provincia de Castellón

1.- Río Cenia. Marca el límite entre la Comunidad Valenciana y Catalunya. Aunque el cauce ha resultado ser suficiente, la presión urbanística es muy fuerte en la zona de la desembocadura, que evidentemente tiene un riesgo muy alto.

2.- Barranco de Barbiguera. Situado en el término municipal de Vinaroz. Misma situación que el río Cenia.

3.- Río Servol. El cauce de este río es insuficiente en el pequeño cono aluvial formado en su desembocadura, agravado por las limitaciones impuestas por algunas infraestructuras. Puede afectar a la población de Vinaroz, aunque con un riesgo bajo.

4.- Rambla Cervera. El cauce es insuficiente con riesgo bajo a su paso por Benicarló debido a un puente de ferrocarril.

5.- Rambla de Alcalà. Ya descrito como caso muy grave.

6.- Barranco de Moles. Situado en el término municipal de Peñíscola. Desaparición del cauce. Su inundación se une a la de la marjalería de Peñíscola.

7.- Marjal de Peñíscola. Situada entre la rambla de Alcalà y el norte de Peñíscola. Se alimenta fundamentalmente de los desbordamientos de la rambla de Alcalà y del barranco de Moles.

8.- Río San Miguel. Desembocadura insuficiente con riesgo bajo al norte de la población de Torreblanca en la zona denominada de Sant Antoni de Padua. Aguas arriba, hay un tramo de río insuficiente que afecta a la población de Les Coves de Vinromà.

9.- Barranco de la Font de Campello. Desaparición del cauce antes de la autopista A7.

10.- Marjal de Torreblanca. Situada entre las poblaciones de Torreblanca y Oropesa.

11.- Río Chinchilla, con ocupación parcial de su cauce en la desembocadura en el término de Oropesa. Desemboca en la Punta de la Pesta. Alimenta una pequeña marjal por su margen derecha, colaborando con el Barranco del Diablo a su inundación.

12.- Barranco Rampudia (o de los Tres Barrancos). Una pequeña estructura de entrada en carga del agua y un encauzamiento cubierto insuficientes provocan la inundación de zonas edificadas de Oropesa, con riesgo muy alto.

13.- Barranco de Cantalobos. Desaparición del cauce, con un puente de ferrocarril insuficiente y afectando a zonas turísticas de Benicasim.

14.- Marjal de Castellón de la Plana. Alimentada por el barranco de las Palmas y el río Seco de Castellón de la Plana.

15.- Barranco de Las Palmas (o Parreta). Desaparición del cauce al norte de Castellón de la Plana. Su mancha de inundación queda dentro de la marjal de Castellón de la Plana.

16.- Río Seco (o rambla de Borriol). Ya descrito como caso muy grave.

17.- Barranco de Fraga. Desaparición de su cauce entre Castellón de la Plana y Almazora.

18.- Desembocadura del río Mijares. El amplio cauce del río Mijares es más que suficiente en el cono aluvial de su desembocadura, por su tamaño y por la laminación que producen las presas existentes aguas arriba. Los diques de tierra que se encuentran dentro del cauce no parecen que puedan ser efectivos en caso de crecida. A pesar de ello, sólo en la desembocadura pueden existir problemas con riesgo muy alto.

19.- Río Seco (o Ana, o Veo) de Burriana. El cono aluvial afecta con riesgos alto y bajo a las edificaciones del Grao de Burriana. A la altura del núcleo principal de Burriana el cauce es insuficiente con riesgo alto, aunque sin llegar a afectar al casco urbano actual.

20.- Barranco de Betxí. Situado en el término municipal de Betxí. Desaparición del cauce.

21.- Barranco Juan de Mora. Insuficiencia del cauce en su entrada a la marjal de Nules-Moncofa.

22.- Marjal de Nules-Moncofa. Zona húmeda costera alimentada por los barrancos de Bechí y Juan de Mora.

23.- Río Belcaire. Desemboca en el mar al sur de Moncofa. Aunque se encuentra canalizado en su desembocadura, ésta es insuficiente en sus últimos metros.

24.- Barranco de Benavites (o del Arquet o Romanetes). Paso insuficiente en la N-340 y posterior desaparición del cauce.

4.1.3.- Zonas del interior de la provincia de Castellón

1.- Río Bergantes. Franja de riesgo medio de inundación tipo valle fluvial, en la zona de Zorita del Maestrazgo y Palanques, pero que afecta sólo a zonas rurales.

2.- Semiendorreismo del río Cenia, que afecta a una industria de áridos inmediatamente aguas arriba del cruce del río con la autopista A7.

3.- Alcalá de Xivert. Zona de inundación debido a la aportación de unos barrancos afluentes de la Rambla de Alcalá por su margen izquierda. Insuficiencia de los cauces.

4.- Endorreismo de Vistabella del Maestrazgo. Situado en el término municipal de Vistabella del Maestrazgo, afectando a zonas rurales.

5.- Semiendorreismos de la rambla de La Viuda, en el Maestrazgo, que sólo afecta a zonas rurales.

6.- Barranco Fontaneres. Desaparición de cauce al norte de la población de Benlloch.

7.- Barrancos de Benlloch. Confluencia de dos barrancos con problemas, que puede afectar al núcleo urbano.

8.- Barranco del Metge. Confluencia aguas abajo de la población de Benlloch.

9.- Río Mijares, con desbordamientos muy localizados de tipo valle fluvial entre los embalses de Arenós (Montanejos) y Sitchar (Ribesalbes), pero que pueden ser de riesgo alto.

10.- Valle del río Palancia, con desbordamientos de riesgo medio aguas arriba del embalse del Regajo. Aguas abajo de este embalse los problemas coinciden con las confluencias de algunos de sus afluentes. Ya en la provincia de Valencia, el riesgo es alto desde Estivella hasta la desembocadura.

11.- Insuficiencia del barranco de Caudiel, de riesgo alto.

12.- Insuficiencia del barranco del Hurón en Viver de riesgo alto.

13.- Barranco de Arquillo-Río Chico. Cauce insuficiente en la confluencia con el río Palancia en Segorbe.

14.- Barrancos Capuchinos y Torrecillas. Cauce insuficiente en la confluencia con el río Palancia, afectando a un polígono industrial en Segorbe.

4.1.4.- Zonas costeras de la provincia de Valencia

1.- Marjal de Canet (o de los Valles). Marjal que se extiende desde Moncofa hasta Canet d'En Berenguer. Es alimentada por los desbordamientos de los ríos Belcaire al norte y Palancia al sur, y por los caudales de los barrancos de Benavites, Coronel, Codoval, Faura y Benifairó.

2.- Barranco de la Fuente (o del Coronel). Situado en la comarca del Camp de Morvedre, desaparece aguas abajo de la carretera N-340.

3.- Barranco Codoval. En el término municipal de Quartell. Desaparición de su cauce.

4.- Barranco de Benifairó de les Valls. Encauzamiento insuficiente, que afecta al núcleo urbano, y desaparición del cauce con riesgo alto.

5.- Barranco de Faura. Encauzamiento cubierto reciente, separando Faura de Benifairó de les Valls, que consideramos adecuado. Desaparición del cauce con riesgo alto aguas abajo de estas poblaciones.

6.- Cono del río Palancia. Ya descrito como caso muy grave.

7.- Barranco del Convent (o del Arenal). Los pasos actuales con la A7 son suficientes mientras tengan un mantenimiento adecuado, dejando de ser inundable por esta causa el norte de Puçol. Desaparece en la acequia de la Raya junto al barranco de Puçol.

8.- Barranco de Puzol. Se encuentra canalizado a su paso por Puçol, pero su arranque es en ángulo recto, lo que provoca una zona inundable de riesgo medio, y desaparece bruscamente, lo que provoca la inundación de las calles más bajas al norte de la población.

9.- Barranco Calderona. Entre Puzol y el Puig, es insuficiente a su paso por la N-340. Por el contrario, el encauzamiento hasta la desembocadura es adecuado.

10.- Barranco de Bort (o de Rafelbuñol, o del Puig). Insuficiencia aguas abajo de la autopista A7, y prácticamente se produce su desaparición al cruzar la antigua carretera N-340.

11.- Cañada Moliner. Desaparición de cauce en zona rural en la comarca de L'Horta Nord.

12.- Endorreísmo de Massamagrell. Hondonada sin cauce definido que recoge aguas de una cuenca importante, afectando al núcleo urbano de Massamagrell.

13.- Cono del barranco del Carraixet. Ya descrito como caso muy grave.

14.- Barranco del Palmaret. Ya descrito como caso muy grave junto con el barranco del Carraixet.

15.- Barranco de Masarrochos. Desaparición del cauce aguas arriba de esta población. Además, aguas arriba tiene problemas con un paso de carretera.

16.- Barranco de Rocafort (o de los Frailes). Desaparición de cauce entre Rocafort y Godella, en una zona actualmente muy degradada.

17.- Barranco de En Dolsa (o Andolsa) en Paterna. Aunque se encuentra encauzado en la actualidad, puede verse limitada su capacidad de desagüe en su confluencia con el Turia por el desbordamiento de éste.

18.- Desembocadura del río Turia. El Nuevo Cauce del río Turia es más que suficiente para desaguar la crecida de 500 años de período de retorno. Sólo se produce una bolsa de inundación precisamente en el arranque del encauzamiento, que dependiendo de las condiciones topográficas de detalle podría afectar al barrio de Campanar (al norte de la ciudad de Valencia) antes de conducirse las aguas hacia el Antiguo Cauce. En cualquier caso, el Antiguo Cauce tiene un riesgo medio de inundación debido a la cuenca de la propia ciudad de Valencia, riesgo que es menor en cabecera y mayor en la desembocadura del puerto.

19.- Barranco de la Saleta (o Pozalet). Presenta una desaparición de cauce en una zona semiendorreica en el polígono industrial de Quart de Poblet. El cauce reaparece aguas abajo de la carretera N-III. Está canalizado hasta el casco urbano de Alaquàs y Aldaia, donde desaparece prácticamente en su totalidad. Posteriormente inunda el polígono "Virgen de la Salud" de Xirivella.

20.- Rambla del Poyo (o de Chiva, o de Torrent). Presenta problemas en la zona semiendorreica del Plá de Quart aguas arriba de Torrent, desde donde geomorfológicamente se dirigiría hacia el río Turia. Aguas abajo aparece un cauce artificial que lo conecta con el barranco de Torrent (u Horteta) propiamente dicho. Cauce insuficiente entre Massanassa y Catarroja. Los diques aguas abajo de la pista de Silla hasta la desembocadura en la Albufera no son suficientes, aunque el desbordamiento sólo afecta a los arrozales. Realmente este desbordamiento previo a la Albufera contribuye a disminuir el aporte de sedimentos al lago, por lo que desde este punto de vista el encauzamiento final sería perjudicial.

21.- Barranco Cañada Grande. Situado al norte de Alcácer, es un afluente geomorfológico del barranco de Picassent. Presenta una desaparición de cauce en zona rural.

22.- Barranco de Picassent (o Beniparrell). Presenta un cono aluvial que se inicia en Beniparrell, con desaparición de cauce aguas abajo de la pista de Silla, con el agravante de que inmediatamente al este de la pista de Silla existe un puente semicegado intentando proteger los campos inmediatos. En Beniparrell el encauzamiento es suficiente.

23.- Barranco Cañada del Hortolá. Situado en la comarca de L'Horta Sud, al sur de Silla. Desaparición de cauce.

24.- Barranco del Hondo. Desaparición entre Benifaió y Almussafes. Aguas abajo tiene diversos cruces con carreteras insuficientes.

25.- Barranco Berenguera. El nuevo paso de la N-340 al norte de Alginet es suficiente. Sin embargo, el cauce desaparece inmediatamente aguas abajo.

26.- Barranco de La Forca (o de Alginet). Formado por los barrancos del Agua, del Señor y de La Forca. Presenta dos encauzamientos suficientes cruzando Alginet por el centro (bco. de la Forca) y el sur de la población (después de la confluencia de los barrancos del Agua y del Señor). Sin embargo, el barranco del Agua es claramente insuficiente aguas arriba del encauzamiento, afectando el acceso sur de la población. Además, aguas abajo de los encauzamientos los cauces son insuficientes con el agravante de que los nuevos pasos de la circunvalación de la N-340 son insuficientes (aun siendo grandes están mal diseñados), provocando un remanso que inunda las zonas más bajas del núcleo urbano. Inmediatamente después de la nueva N-340 desaparece el cauce común convirtiéndose en una acequia-azarbe. Más aguas abajo, debido a unos pasos mínimos la comarcal C-3320 y la autopista A7 se constituyen en barreras de la inundación.

27.- Laguna de la Albufera. Antigua marjalería que desde el siglo pasado se ha convertido en una laguna permanente, y que se nutre fundamentalmente de los excedentes de riego de los arrozales que la rodean. Anteriormente su alimentación se basaba en las aportaciones de los barrancos costeros situados entre los de La Saleta y el de Alginet, y en los desbordamientos de los ríos Turia (por su margen derecha) y Júcar (por su margen izquierda).

28.- Inundación masiva del río Júcar. Ya descrito como caso muy grave.

29.- Cono del río Magro. El cono aluvial del río Magro se origina por la pérdida de pendiente en su confluencia con el río Júcar. Su comienzo se sitúa en Llombai, aunque debido al efecto del embalse de Forata, no presenta un cauce insuficiente hasta Carlet. El riesgo es bajo, pero en caso de coincidencia con una crecida del Júcar, la situación se puede agravar en la parte inferior del cono.

30.- Barranco de Benimodo (o río Seco). Desaparición de cauce en su cono aluvial (forzado por el cono del río Magro), entre Benimodo y Carlet. Aguas abajo reaparece el cauce, aunque es insuficiente. La inundación se conecta con la zona inundable del Júcar en el término de Guadassuar.

31.- Barranco del Estrecho. Cauce insuficiente entre el badén de la carretera comarcal que se dirige a Carcaixent y aguas arriba de Alzira. Sin embargo, en su confluencia con el Júcar pueden existir problemas debidos al desbordamiento de éste.

32.- Barranco del Príncipe. En la comarca de la Ribera Baixa. Se ve afectado por el desbordamiento del río Júcar.

33.- Barranco Esmeralda (o de Matilde). El riesgo de inundación se produce en la confluencia de los barrancos de la Hoya y Plan de los Frailes, en una hondonada situada entre La Puebla Llarga y Rafelguaraf (en la comarca de la Ribera Baixa), agravándose la situación en caso de desbordamiento del río Júcar.

34.- Marjal de Tavernes de la Valldigna. Esta marjal se extiende desde el río Júcar (Cullera) hasta el barranco de Beniopa (Gandia). La alimentan los desbordamientos del Júcar y Beniopa y las aportaciones de diversos barrancos como el Vaca, Badell, Las Fuentes, Xeraco y Xeresa.

35.- Ríos Vaca (o Xeraco) y Badell. El río Vaca se sitúa inmediatamente al sur de la población de Tavernes de la Valldigna, donde el cauce es suficiente. Por el contrario, entre la población y la autopista A7, debido a la cercanía de la marjal, el cauce reduce su capacidad drásticamente. El río Badell, con una cuenca mucho más pequeña pero muy cercano, contribuye también a la inundación de la zona. Los pasos de la autopista son suficientes, pero no así los de la carretera N-332 que contribuyen a incrementar los niveles alcanzados.

36.- Barranco de Las Fuentes. Desaparición de cauce en el borde de la marjal de Tavernes de la Valldigna entre Tavernes de la Valldigna y Xeraco.

37.- Barranco de Xeraco. Desaparición de cauce dentro de la marjal de Tavernes de la Valldigna.

38.- Barranco de Xeresa. Insuficiencia del cauce en el enlace de la autopista A7, y desaparición posterior. Encauzamiento cubierto en Xeresa suficiente.

39.- Barranco de Beniopa (o rambla de San Nicolás). Tiene un encauzamiento a su paso por el barrio de Beniopa de Gandia. El encauzamiento es un poco justo debido a las insuficiencias creadas por un mal diseño hidráulico. En el tramo más antiguo la insuficiencia la crea el nuevo puente metálico, y en el tramo más moderno de aguas abajo puede haber problemas en una curva con estrechamiento simultáneo. Además, el puente de la N-332 y un estrechamiento aguas abajo en el polígono de Alcodar, crean hacia aguas arriba un remanso importante. La desembocadura en el Grao de Gandia no debe presentar problemas en la situación actual. Un antiguo paleocauce (que recorre la calle "Ferrocarril de Alcoy" en Gandia) puede suponer una dirección de flujo preferente en caso de desbordamiento.

40.- Río Serpis. El encauzamiento actual tiene un mal diseño en la desembocadura, que afecta por la margen derecha al barrio de Venecia del Grao de Gandia y, por la margen izquierda a parte de las instalaciones portuarias. Se está corrigiendo en la actualidad.

41.- Barranco Montanella (o de Palmera o de Beneitexir). El encauzamiento que separa las poblaciones de Palmera y de Alquería de la Condesa y llega hasta la desembocadura es correcto. Persiste un riesgo residual que afecta fundamentalmente a la urbanización de la playa de Piles, con un cierto peligro de "efecto sorpresa" al estar la coronación de los cajeros por encima del terreno circundante.

42.- Barranco de la Font d'En Carrós. El encauzamiento cubierto de la Font es suficiente, pero el cauce se hace muy insuficiente a la salida del pueblo, debido a la existencia de un semiendorreísmo hasta el cruce de la autopista A7. Una vez cruzada ésta por el peaje de Oliva, puede crear problemas al norte de esta población, donde existe un pequeño encauzamiento cubierto e insuficiente.

43.- Barranco de Oliva (o río Alfadalí). Encauzamiento insuficiente que afecta a un colegio. Desaparición posterior.

44.- Rambla Gallinera. Situada al sur de la comarca de La Safor. Desaparición muy brusca de un río con una cuenca de 68 km², aguas arriba de la carretera N-332. La zona inundable es de muy alto riesgo, afectando a dicha carretera y a zonas rurales costeras cultivadas de naranjos, con lo que afortunadamente en la actualidad la vulnerabilidad no es alta.

4.1.5.- Zonas del interior de la provincia de Valencia

1.- Población de Estivella. Existe una cuenca de recepción importante sin cauce formado, que afecta al pueblo. El río Palancia tiene un riesgo alto desde esta población hasta el mar.

2.- Barranco de Benaguasil. Desaparición del cauce al norte del núcleo urbano.

3.- Valle del río Turia. La mayor parte del valle fluvial puede verse afectado por un riesgo alto de inundación, siendo menor en la comarca del Rincón de Ademuz. Algunos afluentes también presentan zonas de alto riesgo en las confluencias, como el río Tuejar, el río de Sot de Chera y la Rambla Castellana.

4.- Barranco de la Teulada. En Riba-roja del Turia. Tiene problemas importantes en la confluencia en el río Turia.

5.- Barranco de Porchinos. En Riba-roja del Turia. Paso insuficiente del ferrocarril debido a su trazado anguloso. El encauzamiento aguas abajo es suficiente.

6.- Barranco de Riba-roja. El encauzamiento cubierto actual es adecuado, por lo que no se ha delimitado una zona inundable.

7.- Paterna. Semiendorreismo en la zona del polígono industrial de la Fuente del Jarro.

8.- Semiendorreismo de Sinarcas. Con una superficie importante. Está formado por la rambla de la Cabañera, rambla de la Torre y barranco Vallejo.

9.- Rambla del Gallo (o de Chiva). Insuficiencia del paso de la antigua carretera N-III.

10.- Barrancos de Utiel. Dos pequeños barrancos no encauzados que afectan al norte de Utiel, con riesgo alto.

11.- Río Magro. Inundación de tipo valle fluvial de riesgos medio, alto y muy alto conforme se dirige hacia aguas abajo, al incrementarse la cuenca no controlada por el embalse de Forata.

12.- Rambla Rebollar. Término municipal de Requena. Semiendorreismo.

13.- Barranco de Buñol. Inundación tipo valle fluvial afectado por su confluencia con el Magro.

14.- Barranco Francés. Inundación tipo valle fluvial al sur de Montroy afectado por su confluencia con el Magro.

15.- Río Cabriel. Inundación tipo valle fluvial estrecho que inunda un paraje natural entre el embalse de Contreras y la población de Cofrentes.

16.- Río Júcar. Inundación tipo valle fluvial aguas arriba de Cofrentes. Entre Cofrentes y el embalse de Tous se encuentran los embalses de Cortes y Naranjero, por lo que los caudales de crecida están muy laminados. En cualquier caso, entre estos embalses la inundación está muy contenida en el valle.

17.- Cono del río Sellent. Situado entre las poblaciones de Sellent, Cárcer y Alcántara del Xuquer. Cono aluvial reducido, pero especialmente peligroso debido a la fuerte torrencialidad de la cuenca y la dificultad de desagüe en su desembocadura por influencia de las crecidas del Júcar.

18.- Río Sellent (o Bolbaite). En la comarca de la Canal de Navarrés presenta zonas de alto riesgo, especialmente al cruzar la población de Bolbaite. Existen semiendorreismos asociados en algunos de sus afluentes.

19.- Río Reconque. Inundación de valle fluvial, con alto riesgo en Teresa de Cofrentes.

20.- Barranco de Ayora. Cauce insuficiente a su paso por el núcleo urbano.

21.- Valle del río Cañoles. Situado en la comarca de la Costera, da lugar a inundaciones de tipo valle fluvial en todo su recorrido.

22.- Barranco de Fontanares. Fuerte disminución de la capacidad del cauce al cruzar una zona semiendorreica.

23.- Valle del río Clariano. Valle fluvial que puede afectar a polígonos industriales de Onteniente con alto riesgo.

4.1.6.- Zonas costeras de la provincia de Alicante

1.- Marjal de Pego. Las actuaciones del IRYDA de hace 10 años para reconvertir los arrozales y la marjal en terrenos de regadío fueron abandonadas debido a unas fuertes inundaciones posteriores. En la actualidad son en parte arrozales de nuevo. Drena al mar a través del río Molinell.

2.- Río Gironá. Cauce insuficiente en un meandro aguas abajo de El Verger. Encauzamiento suficiente en Miraflor, y a partir de este punto se forma un cono aluvial con cauce insuficiente pero de riesgo bajo (els Poblets).

3.- Barranco de Fusta (o de la Alberca). Situado en La Marina Alta al norte de Denia. Insuficiencia de cauce en su desembocadura.

4.- Barranco del Altet. En la zona de las Marinas de Denia, presenta una desaparición de cauce y un canal de drenaje posterior insuficiente.

5.- Barranco de las Brisas (o del Chacho). En la zona de las Marinas de Denia. Al sur del anterior y con idéntica problemática.

6.- Barranco del Montgó. No existe cauce a través de la población de Denia. Drena la vertiente costera del Montgó, con el problema añadido de que en caso de inundación la velocidad del agua es muy alta, por la fuerte pendiente de las calles afectadas.

7.- Río Gorgos. Debido al tamaño de la cuenca, el cauce es insuficiente en el cono aluvial de la desembocadura con riesgo alto, afectando a edificaciones turísticas de Jávea. La existencia de un paleocauce deriva parte de los caudales hacia la playa del Arenal.

8.- Barranco del Tosalet. Al sur del núcleo urbano de Jávea. Desaparición de cauce en la urbanización de la playa del Arenal.

9.- Barranco de las Fuentes. Presenta una zona inundable no ocupada en estos momentos en su desembocadura en Moraira.

10.- Marjal de Calpe. Pequeña zona húmeda contigua al istmo del Peñón de Ifach.

11.- Río Algar. Desembocadura con un cauce muy ancho y suficiente al norte de Altea, pero sometido a una cierta presión urbanística.

12.- Barranco del Barranquet. Túnel al norte de Altea ligeramente insuficiente.

13.- Barranco de los Arcos. Situado al sur de Altea. Encauzamiento insuficiente en la desembocadura.

14.- Barranco del Tosalet. Situado al norte de la Sierra Helada en el término de l'Alfas del Pi, su tramo final en la desembocadura presenta un encauzamiento reciente muy bien resuelto. Por el contrario, aguas arriba existen zonas de alto riesgo al estar el cauce totalmente ocupado por una fábrica de ladrillos, un enlace de carretera, un parking de hipermercado, etc.; existen tramos de cauce insuficiente en su afluente por la derecha.

15.- Barranco de Barceló. Desaparición del cauce al norte de Benidorm.

16.- Barranco de Lliriol (o Lliriet). Encauzamiento cubierto algo insuficiente en Benidorm.

17.- Río Sella. Cauce suficiente pero de alto riesgo, debido a la posible presión urbanística de Villajoyosa.

18.- Río Seco de El Campello (o Monnegre, o Jijona). El puente de la carretera N-323 es insuficiente, aunque la inundación queda concentrada dentro del propio cauce natural, que es suficiente.

19.- Barrancos de Juncaret y Orgegia. Ya descrito como caso muy grave.

20.- Barranco de las Ovejas. El encauzamiento de la desembocadura está diseñado para un período de retorno de alrededor de 100 años, por lo que persiste un riesgo residual que afecta al barrio de San Gabriel de Alicante. Aguas arriba presenta un semiendorreísmo en San Vicente del Raspeig, inundando una zona con viviendas unifamiliares diseminadas.

21.- Marjal (o salina) del Altet. Pequeña zona húmeda entre esta población y el mar.

22.- Marjal (o salina) de Santa Pola. Conjunto de diversas salinas alimentadas por los caudales del río Vinalopó y otros pequeños barrancos como el de Sau.

23.- Cono del río Vinalopó. Ya descrito como caso muy grave.

24.- Laguna del Hondo. Situada al sur de Elche, es alimentada por las aportaciones por la margen derecha del Vinalopó y las de otros barrancos como el de las Monjas y Barbesana.

25.- Río Segura. Ya descrito como caso muy grave.

26.- Salinas de Torrevieja.

27.- Río Nacimiento. Desemboca en Punta del Cuervo. Cauce muy ancho con lo que es suficiente, pero con alto riesgo.

28.- Río Seco. En el término municipal de Pilar de la Horadada. Misma situación que el anterior.

4.1.7.- Zonas del interior de la provincia de Alicante

1.- Río Serpis. Inundación de tipo valle fluvial, con una cierta gravedad aguas abajo del pantano de Beniarrés.

2.- Río Jalón (o Gorgos). Cauce insuficiente a su paso por Jalón.

3.- Endorreismos del Vinalopó. Situados aguas arriba de Sax. A destacar las salinas de la Redonda y Peñalva al oeste de Villena, y el río Verde entre Castalla y Onil.

4.- Rambla de la Zarza. Desaparición cerca de Agost, afectando al ferrocarril.

5.- Río Vinalopó. Entre Sax y Elche da lugar a zonas de inundación de tipo valle fluvial.

6.- Rambla de la Romana. Semiendorreismo.

7.- Rambla de la Yedra (o Villa, o Chicamo). Semiendorreismo en la cuenca alta del río Chicamo, con cauce insuficiente en Pinoso.

8.- Barranco del Grifo (o de Sant Pau). Desaparición de cauce al este de Elche afectando a la estación de mercancías de ferrocarril.

9.- Barranco de Sau (o de San Antón). Desaparición de cauce al este de Elche, en una urbanización con viviendas diseminadas.

10.- Barranco de las Monjas (o de los Arcos). Situado al oeste de Elche. Desaparece aguas abajo de la carretera AV-3051, siendo retenida la inundación por otra carretera comarcal y unas edificaciones de chalets al sur.

11.- Barranco de Barbasena. Desaparición de cauce al paso de la carretera AV-3051 al este de Crevillente.

12.- Barranco de Bach. Desaparición de cauce afectando al ferrocarril en la estación de Crevillente.

13.- Barranco de la Rambla (o de Crevillente). Encauzamiento cubierto suficiente en Crevillente. Aguas abajo de Crevillente aparece una cárcava de unos 50 metros de ancho, que en caso de crecida funcionaría como un depósito de retención. Por tratarse del propio cauce no se ha marcado en el mapa.

14.- Barranco del Hondo. Desaparición súbita del cauce al sur de Crevillente.

15.- Barranco del Pedriscal (o de Amorós). Situado al oeste de Crevillente, desaparece el cauce al sur de dicha población.

16.- Barranco de San Cayetano. Al oeste del barranco anterior. Paso ínfimo con la carretera N-340 y desaparición posterior.

17.- Rambla de Albaterra (o de Algüera). Desaparición de cauce en las cercanías de Albaterra.

18.- Río Chicamo (o Rambla de Abanilla). Ya descrito como caso muy grave.

4.2.- RESULTADOS POR SUPERFICIE

La superficie de la Comunidad Valenciana es de 23.266 km². Como resultado de este estudio la superficie inundable con un riesgo apreciable es de 1.284 km², lo que supone el 5,5% del territorio. No se han tenido en cuenta ni la red de cauces ni los embalses, que evidentemente son zonas inundables de muy alto riesgo, y que aproximadamente pueden suponer un 1% adicional.

Como puede observarse en la tabla 2, en términos absolutos, la provincia de Valencia es la que tiene mayor superficie inundable, mientras que en términos relativos lo es la provincia de Alicante. Por contra, la provincia de Castellón tiene un porcentaje de inundabilidad inferior a la media, debido a la no existencia en esta provincia de grandes inundaciones masivas.

	Comunidad Valenciana	Provincia de Castellón	Provincia de Valencia	Provincia de Alicante
Superficie total (km ²)	23266	6669	10784	5813
Superficie inundable (km ²)	1284.3	162.6	697.3	424.4
% inundable	5.5	2.4	6.5	7.3

Tabla 2. Superficies inundables en la Comunidad Valenciana

Las superficies por niveles de riesgo se resumen en la tabla y figura 3. La mayor parte de la superficie inundable se localiza en las zonas costeras, destacando las zonas de inundación masiva del Júcar y Segura y las marjales. El río Júcar genera en la Ribera zonas con riesgo de inundación mayoritariamente 2 y 5 (frecuencia media o baja pero con calados altos), mientras que el río Segura lo hace en la Vega con riesgo 2 (frecuencia media y calados altos). En todas las marjales costeras hemos considerado que el riesgo de inundación es 3, es decir, la frecuencia de inundación es alta, pero los calados generales esperados son bajos. Las marjales abundan especialmente en las provincias de Castellón y Valencia, dada su mayor pluviosidad frente a la de la provincia de Alicante.

Las dos zonas de inundación masiva y las marjales hacen que, como se puede observar en la tabla y figura adjuntas, los riesgos de inundación mayoritarios sean los riesgos 2 y 3, superando en ambos casos los 300 km².

NIVEL DE RIESGO	Superficie inundable (en km ²)			
	Comunidad Valenciana	Provincia de Castellón	Provincia de Valencia	Provincia de Alicante
1	105.8	8.9	80.8	16.1
2	321.8	10.8	95.6	211.7
3	354.6	59.5	181.5	115.0
4	62.1	7.8	41.8	12.9
5	176.2	2.5	171.2	2.9
6	264.2	73.1	137.0	67.3
TOTAL	1284.3	162.6	707.9	425.9

Tabla 3. Superficie afectada en función del riesgo de inundación en la Comunitat Valenciana

En el interior de la Comunidad Valenciana los problemas de inundación son menores, tanto en superficie como en magnitud. El origen mayoritario son inundaciones de valle fluvial y desapariciones de cauces, con riesgos asociados habitualmente de 3, 4 y 6 (calados bajos). Las desapariciones de cauce con riesgo 6 son especialmente abundantes en el interior de la provincia de Alicante.

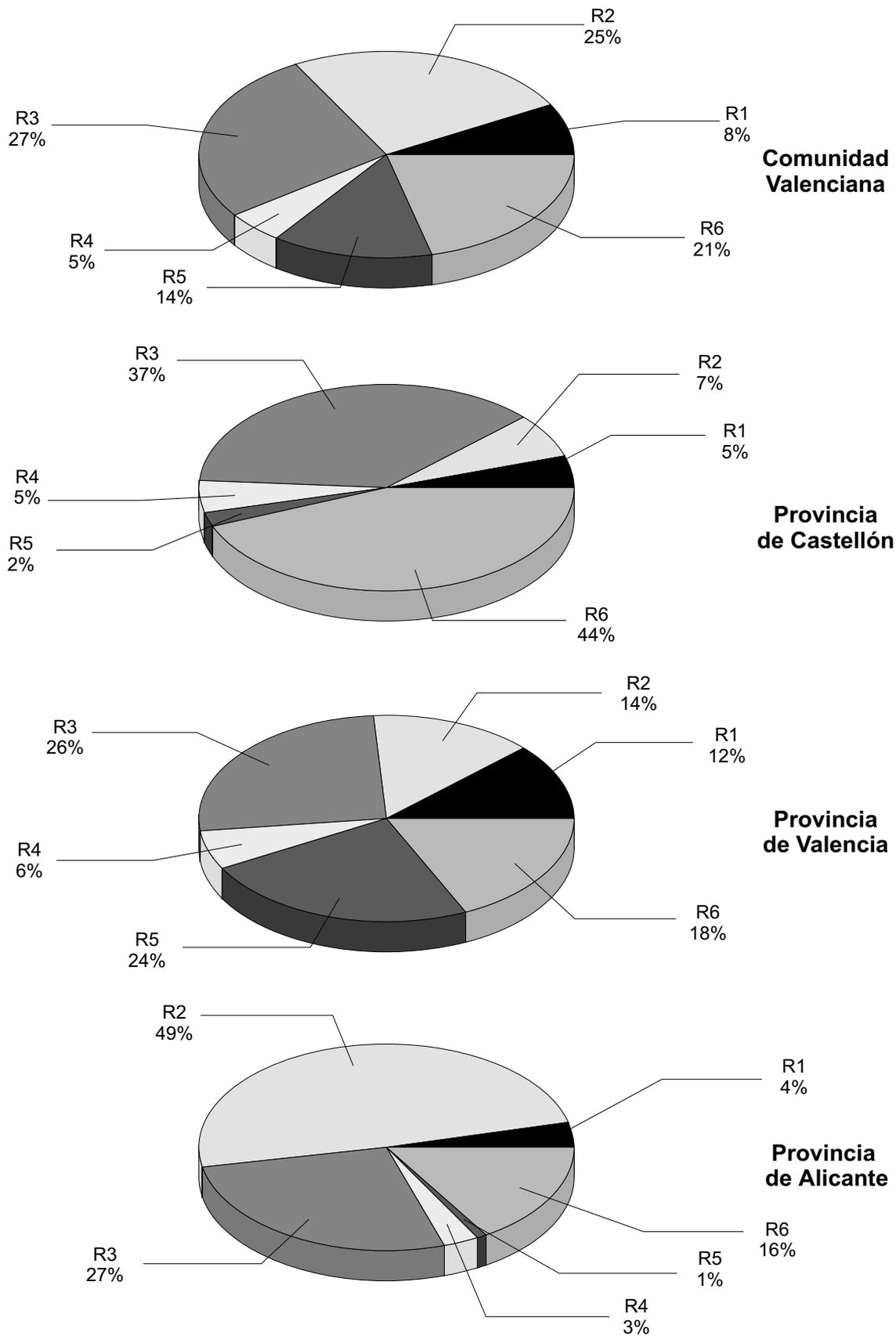


Figura 3. Reparto de la superficie inundable en función del riesgo

4.3.- RESULTADOS POR USOS DEL SUELO

La tabla y la figura 4 recogen los resultados de superficie inundable en función de los diferentes usos del suelo. Para obtenerlos hemos interseccionado en un SIG (Sistema de Información Geográfica) la capa de riesgo de inundación con la de usos del suelo, esta última suministrada por la COPUT. Podemos observar que de los 1.284 km² inundables en la Comunidad Valenciana sólo 80 km² se corresponden con usos urbanos (residencial, industrial, terciario e infraestructuras), es decir, zonas de alta y media vulnerabilidad.

USO DEL SUELO	Superficie inundable (en km ²)			
	Comunidad Valenciana	Provincia de Castellón	Provincia de Valencia	Provincia de Alicante
Urbano	79.5	15.1	41.5	22.9
Agrícola	936.4	96.6	550.4	289.4
Bosques y matorral	49.4	15.3	23.2	10.9
Playas, marjales, ríos y lagos	219.0	35.7	82.2	101.1
TOTAL	1284.3	162.7	697.3	424.3

Tabla 4. Superficie inundable en función del uso del suelo en la Comunidad Valenciana

Por otra parte, la mayor parte del territorio inundable está ocupado por aprovechamientos agrícolas, con una superficie total de 936 km². Estas zonas tendrán como regla general una vulnerabilidad baja y por tanto darán lugar a zonas con un impacto también bajo. Como se puede apreciar en la figura 4, el porcentaje de terrenos agrícolas inundables es especialmente alto en la provincia de Valencia, mientras que en la de Castellón disminuye apreciablemente.

Por último, hay que hacer notar que 268 km² inundables tendrán un impacto nulo o muy bajo, por tratarse de zonas naturales: bosques, matorral, playas, marjales, ríos y lagos.

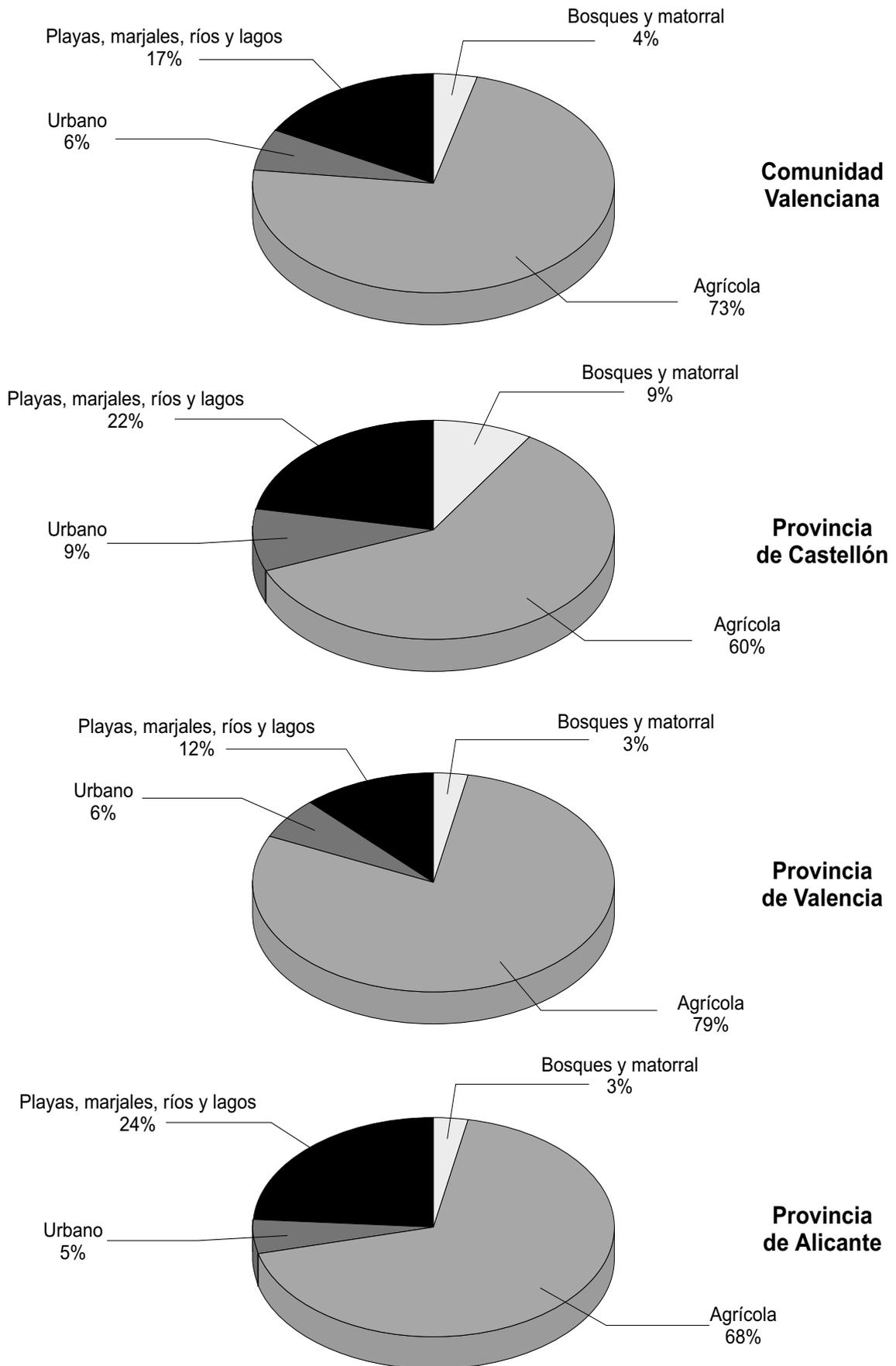


Figura 4. Reparto de la superficie inundable en función del uso del suelo

4.4.- RESULTADOS POR POBLACIÓN

La población afectada la hemos obtenido por intersección en un SIG de la capa de riesgo de inundación con la de uso urbano, asumiendo en cada municipio una densidad de población uniforme en sus usos urbanos. La población adoptada es la de 1991, siendo la población total de la Comunidad Valenciana en aquel año de 3.923.800 personas.

La tabla y figura adjuntas reflejan el número de habitantes por niveles de riesgo, resultando un total de 350.000 personas. Es decir, el 8,9% de la población se encuentra sometida a un riesgo apreciable de inundación. Este porcentaje es superior al de la superficie inundable debido al hecho de que existe una mayor concentración tanto de riesgo como de población en la costa.

Realmente la mayor parte de la población afectada se encuentra en zonas de riesgo bajo y medio, mientras que el total de personas viviendo en zonas de alto riesgo (1 y 2) es de 95.600, lo que supone el 27% del total afectado, en su mayoría localizadas en la Vega Baja del Segura.

NIVEL DE RIESGO	Habitantes			
	Comunidad Valenciana	Provincia de Castellón	Provincia de Valencia	Provincia de Alicante
1	20.490	3.484	16.786	220
2	75.084	7.119	15.067	52.898
3	58.684	21.664	35.238	1.782
4	51.612	949	48.047	2.616
5	60.394	3.337	56.795	262
6	82.496	15.012	58.871	8.613
TOTAL	348.760	51.565	230.804	66.391

Tabla 5. Población afectada en función del riesgo en la Comunidad Valenciana

La provincia más afectada en población es la de Valencia, debido al riesgo que aún persiste en torno al barranco del Carraixet en la comarca de L'Horta Nord, y a la inundación masiva del Júcar.

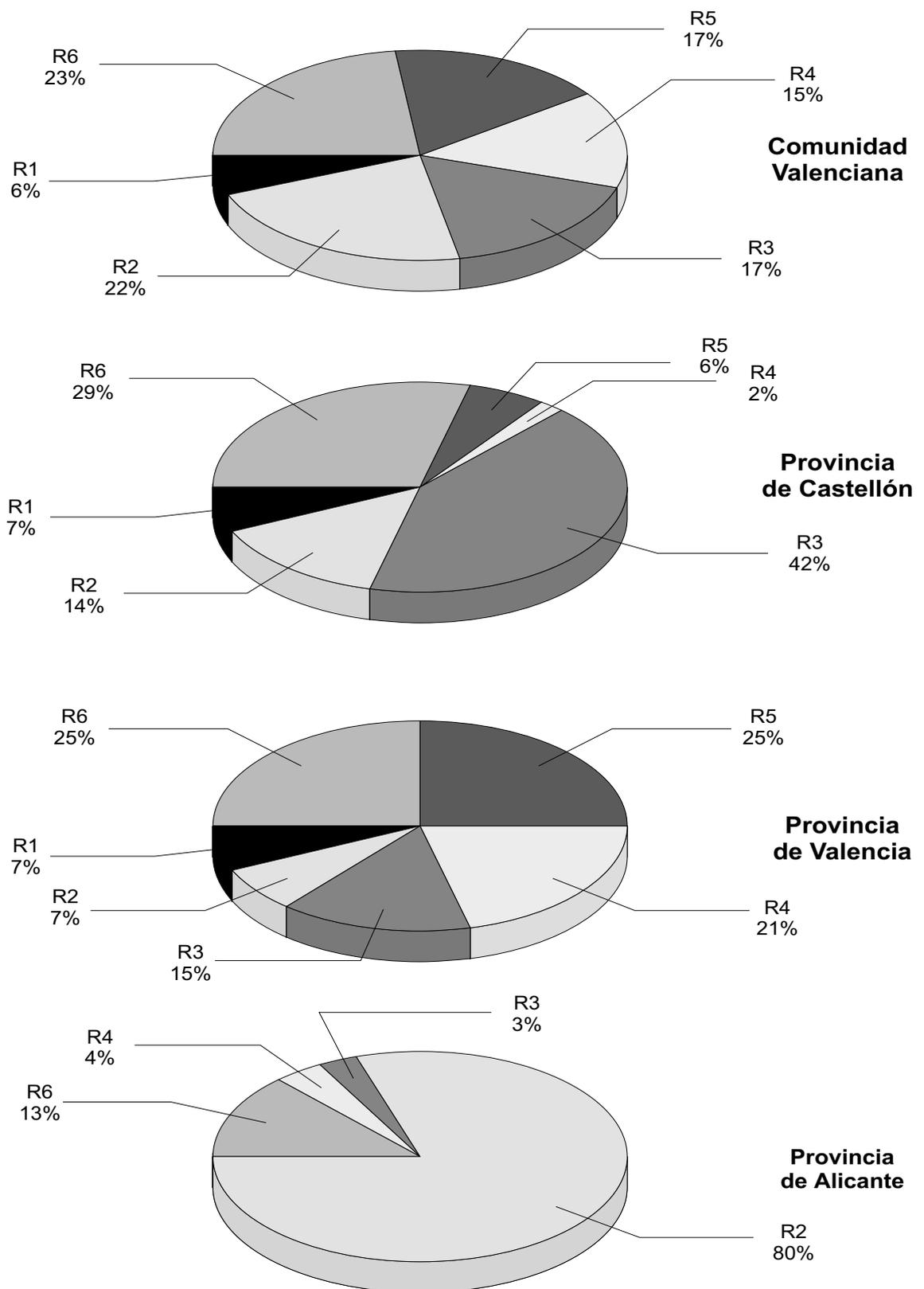


Figura 5. Reparto de la población afectada en función del riesgo de inundación

4.5.- MUNICIPIOS CON MAYOR IMPACTO DE INUNDABILIDAD

De un total de 541 municipios en la Comunidad Valenciana han resultado 204 con impacto de inundabilidad medio o alto. Entendemos que el impacto es alto cuando una superficie apreciable del uso urbano municipal (núcleo urbano, urbanizaciones, zonas turísticas, etc.) se encuentra en riesgo de inundación. Cuando esta superficie sea porcentualmente pequeña y/o se vean afectados terrenos industriales o infraestructuras, el municipio se clasificará como de impacto medio. A continuación se enumeran los términos municipales con mayor impacto, agrupados por provincias y comarcas.

4.5.1.- Provincia de Castellón

El Baix Maestrat

Impacto alto: *Alcalà de Xivert, Peñíscola, Vinaròs.*

Impacto medio: *Benicarló.*

Els Ports

Impacto alto: *Forcall.*

El Alto Mijares

Impacto medio: *Montanejos.*

El Alto Palancia

Impacto alto: *Caudiel, Viver.*

Impacto medio: *Segorbe, Bejis.*

La Plana Alta

Impacto alto: *Benlloch, Castellón de la Plana.*

Impacto medio: *Almasora, Benicásim, Cabanes, Les Coves de Vinromá, Oropesa, Torreblanca.*

La Plana Baixa

Impacto alto: *Burriana, Nules.*

Impacto medio: *Almenara, Betxí, La Llosa, Moncofa.*

4.5.2.- Provincia de Valencia

El Camp de Morvedre

Impacto alto: *Estivella, Canet d'En Berenguer, Port de Sagunt (Sagunt).*

Impacto medio: *Faura, Quartell, Benifairó dels Valls.*

El Rincón de Ademuz

Impacto medio: *Casas Altas, Ademuz.*

Los Serranos

Impacto alto: *Calles, Pedralba.*

Impacto medio: *Gestalgar, Aras de Alpuente, Bugarra, Sot de Chera, Chulilla.*

El Valle de Cofrentes-Ayora

Impacto alto: *Ayora*.

Impacto medio: *Cofrentes*.

La Canal de Navarrés

Impacto alto: *Bolbaite*.

Impacto medio: *Chella, Navarrés*.

La Costera

Impacto alto: *L'Alcúdia de Crespins, Canals, Moixent*

Impacto medio: *Vallada, La Font de la Figuera, Genovés, Llosa de Ranes, Xàtiva*.

La Hoya de Buñol

Impacto alto: *Alborache*.

Impacto medio: *Chiva*.

La Plana de Utiel-Requena

Impacto alto: *Requena, Casas del Río (Requena), Hortunas (Requena), San Antonio (Requena), Utiel, Las Cuevas (Utiel)*.

Impacto medio: *Fuenterrobles, Caudete de las Fuentes, Venta del Moro*.

El Camp del Túria

Impacto alto: *Casinos, L'Eliana, Vilamarxant*.

Impacto medio: *Riba-roja del Túria, Benaguasil, Lliria, La Pobla de Vallbona*.

L'Horta

Impacto alto: *Vinalesa, Rocafort, Meliana, Puçol, Bonrepós i Mirambell, Alfara del Patriarca, Almàssera, Massamagrell, Tavernes Blanques, Alboraya, Foios, Godella, Moncada, Paterna, Manises, Aldaia, Alaquàs, Xirivella, Catarroja, Massanassa, València*.

Impacto medio: *Rafelbunyol, Massalfafar, Mislata, Museos, El Puig, Quart de Poblet, Picanya, Alcàcer, Beniparrell, Silla*.

La Ribera Alta

Impacto alto: *Masalavés, Real de Montroi, La Pobla Llarga, Sumacàrcer, L'Alcúdia, Benimodo, Alberic, Alginet, Benifaió, Cárcer, Carlet, Carcaixent, Algemesí, Alzira, Antella, Beneixida, Gavarda, Benimuslem, Manuel, Sellent*.

Impacto medio: *Alcàntara del Xuquer, Montroy, Villanueva de Castellón, Cotes, Guadasuar, Senyera*.

La Ribera Baixa

Impacto alto: *Sollana, Almussafes, Polinyà de Xúquer, Albalat de la Ribera, Favara, Fortaleny, Riola*.

Impacto medio: *Corberà, Cullera, Sueca*.

La Safor

Impacto alto: *Palmera, Oliva, Gandia, Piles, Real de Gandia*.

Impacto medio: *Xeraco, La Font d'En Carrós, Xeresa, Tavernes de la Valldigna, Villalonga, Alquería de la Condesa*.

La Vall d'Albaida

Impacto alto: *Ontinyent*.

Impacto medio: *Agullent, Aielo de Malferit*.

4.5.3.- Provincia de Alicante

La Marina Alta

Impacto alto: *Dénia, Jàvea.*

Impacto medio: *Calpe, Els Poblets (Setla-Mirarrosa-Miraflor), Jalón, Pedreguer, Teulada, El Verger.*

La Marina Baixa

Impacto medio: *Benidorm, Altea, Alfàs del Pí, Finestrat.*

L'Alacantí

Impacto alto: *Alicante.*

Impacto medio: *Agost, El Campello, Mutxamel, San Juan de Alicante, San Vicent del Raspeig.*

L'Alcoia

Impacto medio: *Castalla, Ibi, Onil, Tibi.*

L'Alt Vinalopó

Impacto alto: *Benejama.*

Impacto medio: *Sax, Villena.*

El Vinalopó Mitjà

Impacto alto: *El Pinós.*

Impacto medio: *Elda, Monforte del Cid, Monovar, Novelda, Petrer, La Romana.*

El Baix Vinalopó

Impacto alto: *Elx.*

Impacto medio: *Crevillente, Santa Pola.*

El Baix Segura

Impacto alto: *Algorfa, Almoradí, Benejuzar, Callosa de Segura, Catral, Daya Nueva, Daya Vieja, Dolores, Formentera del Segura, Orihuela, Rafal, Redován.*

Impacto medio: *Albatera, Benferrri, Benijófar Bigastro, Guardamar del Segura, Jacarilla, Rojales, San Fulgencio, Torrevieja, Pilar de la Horadada.*

5.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

El objetivo fundamental de este trabajo ha sido la elaboración de un mapa de riesgos de inundación a escala regional de toda la Comunitat Valenciana. El riesgo de inundación trata de medir la frecuencia y la magnitud con que se produce este fenómeno. Hemos utilizado 6 niveles de riesgo, como combinación de tres intervalos de frecuencia y dos de calados alcanzados. Las frecuencias utilizadas son: alta (menos de 25 años de período de retorno), media (entre 25 y 100 años de período de retorno) y baja (entre 100 y 500 años de período de retorno). En cuanto a calados hemos distinguido entre menos y más de 80 centímetros, ya que a partir de esta altura, los daños producidos comienzan a elevarse.

Partiendo de las aproximadamente 400 zonas inundables localizadas con criterios geomorfológicos en el estudio del DIHMA de 1992, hemos analizado con profundidad un total de 97 casos desde los puntos de vista hidrológico e hidráulico.

Mediante el estudio hidrológico de cada cuenca, hemos determinado los caudales punta para cada frecuencia que pueden esperarse en cabecera de la zona inundable. Resumidamente hemos utilizado el análisis regional de precipitaciones máximas diarias de Ferrer (1996), y para la conversión de la lluvia en caudales el método racional modificado de Témez (1990 y 1991).

La obtención de los límites de inundación y la estimación del calado medio ha sido el objetivo de los estudios hidráulicos, centrados especialmente en la determinación de la capacidad de desagüe a lo largo de cada cauce en la zona potencialmente inundable. La escala de trazado del mapa de riesgos ha sido 1:50.000, por lo que su empleo en escalas mayores requeriría la realización de un estudio hidráulico más detallado del flujo desbordado.

Esta metodología no es válida para los casos de los ríos Júcar y Segura, en los que hemos utilizado la información existente sobre superficies inundadas históricamente, procedente del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX y de la Confederación Hidrográfica del Segura respectivamente.

La mayor parte de la superficie inundable se localiza en las zonas costeras, especialmente en las marjales y las zonas de inundación masiva de los ríos Júcar y Segura. En el interior los problemas son menores, tanto en superficie como en magnitud, aunque abundan las desapariciones de cauces especialmente en el interior de la provincia de Alicante.

En función del riesgo, superficie inundada y vulnerabilidad del territorio los casos más graves de inundación en la Comunitat Valenciana son: la rambla de Alcalá, al sur de Benicarló; el río Seco de Castellón; la desembocadura del río Palancia, aguas abajo de Sagunto; los barrancos del Carraixet y Palmaret, al norte de Valencia; la inundación masiva de la Ribera por el Júcar; la desaparición de los barrancos de Juncaret y Orgegia al norte de Alicante; el cono aluvial del Vinalopó, aguas abajo de Elche; la inundación masiva de la Vega Baja del Segura; y la desaparición del río Chicamo, aguas abajo de Benferri.

El análisis en un SIG de la información de riesgo y de usos del suelo nos ha permitido extraer resultados globales muy interesantes. La superficie inundable de la Comunitat Valenciana con un riesgo apreciable es de aproximadamente 1.300 km², lo que supone el 5,5% del territorio. De esta superficie, sólo 80 km² tienen un uso urbano (y por tanto con un impacto medio y alto), siendo

mayoritaria la superficie agrícola inundada con 936 km². A pesar de ello, la población total afectada es de 350.000 habitantes, lo que da una idea del impacto social del problema de las crecidas en la Comunitat Valenciana.

Por último, esperamos que con esta publicación se incremente el conocimiento real del riesgo de inundación entre políticos, técnicos y público en general, de tal forma que contribuya a la disminución en el futuro del impacto de las inundaciones, facilitando un desarrollo más armonioso con un fenómeno natural e inevitable como es el de las crecidas.

**6.- REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA
CONSULTADA**

- Baker V.R., R. C. Kochel y P.C. Patton. *Flood Geomorphology*. John Wiley & Sons, 1988.
- Berga, L. y J. Dolz (eds.), *Avenidas: sistemas de previsión y alarma*, Colegio de ICCP, 1987.
- Cátedra de Geología Aplicada. *Catástrofes naturales*. Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia, 1985.
- Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX. *Actualización de los estudios de desagüe de la autopista Tarragona-Alicante tramo del río Júcar*. Estudio para la Dirección General de Carreteras del MOPU, 1987
- Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX. *Estudio hidrológico e hidráulico de la crecida de noviembre de 1987 en la Ribera del Júcar*. Estudio para la Dirección General de Carreteras del MOPU, 1990
- Confederación Hidrográfica del Júcar. *Plan Hidrológico de Cuenca. Anejos de Avenidas Históricas y Zonas con Riesgo de Inundación*. Borrador de 1995.
- Confederación Hidrográfica del Júcar. *Medidas de Defensa contra las crecidas en la comarca de La Safor*. 1994.
- Confederación Hidrográfica del Segura. *Inventario Nacional de zonas inundables. Identificación y análisis del riesgo. Cuenca del Segura, 1ª fase: inundaciones históricas*. 1992.
- Agencia del Medi Ambient, Generalitat Valenciana. *Mapas Geocientíficos de la Comunitat Valenciana. Zonas inundables escala 1:200.000*. 1991.
- DIHMA (Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia). *Medidas Territoriales de Control de las Inundaciones y Análisis de 5 Prototipos de Trazado de Mapas de Riesgo de Inundación*. Estudio para la COPUT de la Generalitat Valenciana, 1992.
- DIHMA. *Estudio de frecuencia de caudales de crecida del río Xúquer en su desembocadura de Cullera*. Estudio para la COPUT de la Generalitat Valenciana, 1993.
- DIHMA. *Delimitación de riesgos de inundabilidad a escala regional en la Comunitat Valenciana*. Estudio para la COPUT de la Generalitat Valenciana, 1996.
- Ferrer, J. *El modelo de función de distribución SQRT-ET MAX en el análisis de máximos hidrológicos: aplicación a lluvias diarias*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, 1996.

- Ferrer, J y L. Ardiles. *Análisis estadístico de las series anuales de máximas lluvias diarias en España*. Revista de Ingeniería Civil, 95, pp 87-100, 1995.
- Francés, F. *Utilización de la información histórica en el análisis de la frecuencia de las crecidas*. Centro Internacional de Métodos Numéricos en la Ingeniería, Barcelona, 242 pp., 1995.
- French, R.H.. *Hydraulic of alluvial fans*. Elsevier, 1987.
- Grigg, N. S. y O. Helweg. *State of the art of estimating flood damage in urban areas*. Water Resources Bulletin, v. 11, nº 2, 1975.
- Instituto Geológico y Minero de España, *Dinámica fluvial del Levante español (provincias de Castellón y Valencia)*. Mapa de riesgos. Estudio realizado en 1985.
- Marco, J., "La defensa contra las crecidas". En *La Comunitat Valenciana en l'Europa Unida. III Recurs i Planificació Hidràulica*. Generalitat Valenciana, 1991.
- Martínez, J., M.G. Garzón, y A. Arche, *Avenidas e inundaciones*, MOPU, 1987.
- Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, *Plan Hidrológico Nacional*. Borrador de 1990.
- Ministerio de Justicia e Interior. *Directriz básica de planificación de protección civil ante el riesgo de inundaciones*. BOE 38 del 14/2/1995.
- National Group for Prevention of Hydro-Geological Disasters, *International conference on the Arno project*, 1987.
- Natural Hazards Research and Applications Information Center, *Floodplain management in the United States: an assessment report*, University of Colorado at Boulder, 1992.
- Reverté, A. y E. Pérez (ed.), *Legislación de aguas*, Editorial Tecnos, 1987.
- Rossi, G., N. Harmanciouglu and V. Yevjevich (eds.), *Coping with floods*, Kluwer Academic Publishers, 1994.
- Segura, F. *Las ramblas septentrionales valencianas*. Departamento de Geografía de la Universidad de Valencia, 1990.
- Témez, J.R. *Instrucción 5.2-IC de drenaje superficial*. MOPU, 1990.
- Témez, J.R. "Extended and improved rational method. Version of the highways administration of Spain". *XXIV Congreso Internacional de la IAHR*, Madrid, tomo A, pp 33-40, 1991.