



Plan director de Defensa contra las Avenidas

Comarca de la Marina Baja. Alicante.

Empresa consultora UTE:

Junio 2013

VIELCA INGIOPSA
INGENIEROS

ÍNDICE

DOCUMENTO 1: MEMORIA.....	5
1. OBJETIVOS DEL PLAN DIRECTOR	7
1.1. INTRODUCCIÓN Y ÁMBITO DEL PLAN	7
1.2. OBJETO Y CONTENIDO DEL PLAN DIRECTOR	9
2. CARACTERIZACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	12
2.1. VISIÓN GENERAL.....	12
2.2. INVENTARIO DE PUNTOS Y ÁREAS CON PROBLEMAS DE INUNDACIÓN.....	15
2.2.1. INFORMACIÓN HISTÓRICA.....	15
2.2.2. INVENTARIO DE PUNTOS Y ZONAS DE RIESGO	16
2.3. ESTUDIOS PREVIOS.....	19
2.3.1. ESTUDIO PLUVIOMÉTRICO	19
2.3.2. ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	23
2.3.3. ANÁLISIS DEL ESTADO DE HUMEDAD INICIAL	29
2.3.4. SIMULACIÓN HIDROLÓGICA	30
2.3.5. SIMULACIÓN HIDRÁULICA.....	31
2.3.6. ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN ESTUDIOS HIDROLÓGICOS DE CRECIDAS	33
2.3.7. DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL INICIAL.....	45
2.4. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	46
2.4.1. ALFAZ DEL PÍ.....	46
2.4.2. ALTEA.....	49
2.4.3. BENIDORM.....	53
2.4.4. CALLOSA.....	58
2.4.5. FINESTRAT	61
2.4.6. POLOP	64
2.4.7. VILLAJOIOSA	66
3. CRITERIOS DE DISEÑO	72
3.1. CRITERIOS GENERALES	72
3.2. METODOLOGÍA	74
4. EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL RIESGO	76
4.1. CLASIFICACIÓN DE DAÑOS	76
4.2. DATOS DEL CONSORCIO DE COMPENSACIÓN DE SEGUROS	76
4.3. CURVAS DE VULNERABILIDAD.....	80
4.3.1. CURVAS DE VULNERABILIDAD ELEMENTALES.....	80
4.3.2. DETERMINACIÓN DE MÓDULOS.....	81
4.3.3. CURVAS DE VULNERABILIDAD POR USOS	82
4.3.4. DAÑOS INDIRECTOS	86
4.3.5. EVALUACIÓN DEL RIESGO SOBRE LOS USOS ACTUALES.....	86
4.3.6. EVALUACIÓN DEL RIESGO SOBRE LOS USOS PLANIFICADOS	87
5. RESUMEN DE LAS ACTUACIONES PREVISTAS	89
5.1. ALFAZ DEL PÍ	89
5.2. ALTEA.....	95

5.3. BENIDORM	106
5.4. CALLOSA D'EN SARRIÁ	119
5.5. FINESTRAT	122
5.6. POLOP	127
5.7. VILLAJIOSA	130
6. MARCO LEGAL Y COORDINACIÓN CON OTROS PLANES	140
6.1. MARCO LEGAL	140
7. PROCESO DE INFORMACIÓN PÚBLICA	143
7.1. RELACIÓN DE ALEGACIONES Y OBSERVACIONES	144
8. EQUIPO REDACTOR DEL PLAN	149
DOCUMENTO 2: PLANOS	1
MAPAS DE PELIGROSIDAD EN SITUACIÓN ACTUAL	5
MAPAS DE RIESGO EN SITUACIÓN ACTUAL	100
ACTUACIONES PROPUESTAS. PLANTA GENERAL	131
MAPAS DE PELIGROSIDAD EN SITUACIÓN FUTURA	163
MAPAS DE RIESGO EN SITUACIÓN FUTURA	226
DOCUMENTO 3: VALORACIÓN DEL PLAN DIRECTOR	
DOCUMENTO 4: PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN	
APÉNDICE 1. RECOPIACIÓN DE DATOS BÁSICOS	
APÉNDICE 2. INVENTARIO DE PUNTOS CON PROBLEMAS DE INUNDACIÓN	
APÉNDICE 3. ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO	
APÉNDICE 4. ESTUDIO Y DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL	
APÉNDICE 5. ESTUDIO PLUVIOMÉTRICO	
APÉNDICE 6. ESTUDIO HIDROLÓGICO	
APÉNDICE 7. ESTUDIO HIDRÁULICO	
APÉNDICE 8. DEFINICIÓN DE ZONAS INUNDABLES Y DAÑOS. ESTUDIO DE VULNERABILIDAD	
APÉNDICE 9. ESTUDIOS DE SOLUCIONES	
APÉNDICE 10. ENSAYOS GEOTÉCNICOS	

DOCUMENTO 1: MEMORIA

1. OBJETIVOS DEL PLAN DIRECTOR

1.1. INTRODUCCIÓN Y ÁMBITO DEL PLAN

Año tras año se constata el carácter típicamente torrencial de los cauces que discurren por la comarca de la Marina Baja. Fundamentalmente los ríos Algar, Guadalest y Bolulla en la provincia de Alicante causan sobre el terreno los efectos propios debidos al paso de las aguas en su discurrir hasta conseguir desembocar en la costa. Junto a estos cauces existen otros de características similares como los ríos Amadorio y Torres y barrancos como los de Finestrat, Derramador, Barceló, Murtal, Albir, Soler, los Arcos, Barranquet, etc, en los que habiéndose producido avenidas de consideración no se han manifestado recientemente efectos de la misma entidad que los primeros.

Los representantes de los ayuntamientos afectados manifestaron, en reuniones mantenidas con motivo de los daños causados por la torrencialidad de los cauces, su preocupación por la situación y su interés en la intervención y actuación de la Confederación Hidrográfica del Júcar en la prevención de futuras situaciones similares y la posible paliación de sus efectos.

Por todo lo anterior se hace necesario utilizar los instrumentos administrativos y técnicos de los que se pueda disponer al objeto de paliar el riesgo potencial que presentan las avenidas sobre el medio ambiente, las propiedades y la población.

Por dicho motivo con fecha 6 de febrero de 2008 fue solicitada por el Presidente de la Confederación Hidrográfica del Júcar autorización para la redacción del correspondiente Pliego de Bases para la ejecución de los oportunos trabajos y la redacción del estudio correspondiente denominado Plan Director de Defensa contra avenidas en la Marina Baja.

Este Plan Director se ha sometido a Evaluación Ambiental Estratégica por cuanto que se trata de un plan elaborado y aprobado por la administración pública y puede tener efectos significativos sobre el medio ambiente en materia de recursos hídricos.

En cuanto al marco legal de este Plan Director destaca la Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, y el Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, transposición de la anterior Directiva al ordenamiento jurídico español, ambas relativas a la evaluación y gestión de riesgos de inundación. Si bien no es objeto del presente plan el cumplimiento de estos procedimientos en su totalidad, ya que éstos se están desarrollando en otros programas en ejecución tales como el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables, si se ha hecho un esfuerzo para seguir sus directrices y requerimientos.

información pública iniciado en julio de 2011 del que se han recogido las oportunas alegaciones. La totalidad de la información mencionada fue enviada a los siguientes Organismos e Instituciones:

- Ministerio de Interior
- Ministerio de Fomento
- Ministerio de Medio Ambiente y, Medio Rural y Marino
- Consellería de Cultura y Deporte de la Generalitat Valenciana
- Consellería de Infraestructuras y Transporte de la Generalitat Valenciana
- Consellería de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda de la Generalitat Valenciana
- Diputación Provincial de Alicante
- Administraciones locales
- Mancomunidad de la Marina Baja
- Comunidades de Regantes
- Organizaciones ambientales y sociales

1.2. OBJETO Y CONTENIDO DEL PLAN DIRECTOR

El Plan debe servir para organizar la actuación de las Administraciones implicadas, y del conjunto de la sociedad, para hacer frente al problema de las avenidas, tanto en el momento actual como en el futuro. Planteada su finalidad en estos términos generales, el Plan debe constituir más un instrumento que un conjunto organizado de actuaciones de diferentes tipos. Por lo tanto, con independencia de que también incluya recomendaciones o propuestas de actuación, debe contener o hacer referencia precisa a los datos y las fuentes de información disponibles, debe detectar las ausencias a corregir, debe identificar y describir las causas que han conducido a la situación actual y debe establecer normas y recomendaciones para definir las pautas de actuación.

En primer lugar hay que destacar que desde los puntos de vista técnico, medioambiental y social, el problema de defensa frente a las avenidas no puede resolverse sólo con actuaciones estructurales. Entre otras razones porque el volumen de las inversiones necesarias supera con mucho la capacidad financiera que se necesitaría y que la implantación de alguna de las infraestructuras tendría impactos sociales y ambientales muy negativos. Por último es prácticamente inviable introducir nuevos criterios de drenaje y de diseño en núcleos urbanos ya consolidados, como es el caso de la Marina Baja.

El objetivo de este documento, es constituir la estructura básica del "Plan Director de Defensa contra Inundaciones en la Comarca de la Marina Baja", recopilando información suficiente y determinando una serie

de actuaciones de tipo estructural y no estructural, con la finalidad de prever el resultado derivado de los riesgos potenciales ante las inundaciones y la paliación de sus efectos, reduciendo los daños asociados y su impacto sobre la población, sirviendo como punto de partida para iniciar posteriormente el desarrollo individualizado de proyectos parciales.

Este documento se plantea pues con un carácter troncal y se considera que las distintas administraciones, en el ejercicio de sus competencias y en un marco de coordinación, deberán completar la definición de los Programas propuestos.

Otros conceptos que han de estar claros para definir el alcance del Plan serían los de peligrosidad, vulnerabilidad, riesgo y periodo de recurrencia:

Peligrosidad: Probabilidad de ocurrencia de las condiciones que producen una afección (daño a vidas o bienes), dentro de un período de tiempo determinado y en un área dada. (Criterios de peligrosidad: calado, velocidad y tiempo de permanencia de las condiciones de peligrosidad)

Vulnerabilidad: Valoración de posibles daños y afecciones en un área. (Exposición: vulnerabilidad de personas).

Riesgo: Vulnerabilidad x Peligrosidad. Producto de la valoración del daño o afección por la probabilidad de que se produzca (extrapolación del concepto económico)

Periodo de recurrencia: inverso de la probabilidad de que en un año se presente una avenida superior a un valor dado.

Para entender el significado real de la probabilidad anual del daño y su período de recurrencia, es interesante conocer como se trasladan estos conceptos a lo largo de un período de tiempo mayor, aplicando los conceptos de probabilidad compuesta combinando la Vida útil de un bien y el periodo de recurrencia de la avenida correspondiente:

Periodo de recurrencia	Probabilidad de ocurrencia (%)							
	Vida útil del bien							
	1 año	10 años	20 años	30 años	40 años	50 años	75 años	100 años
10	10%	65%	88%	96%	99%	99%	100%	100%
25	4%	34%	56%	71%	80%	87%	95%	98%
50	2%	18%	33%	45%	55%	64%	78%	87%
100	1%	10%	18%	26%	33%	39%	53%	63%
500	0,2%	2%	4%	6%	8%	10%	14%	18%

Probabilidad de ocurrencia.

Hay que tener también presente que el problema de las avenidas no puede resolverse en todos los casos anulando el riesgo para una probabilidad relativamente alta, siendo la política posible y más eficaz la

de establecer medidas que permitan a la población convivir con el riesgo en términos aceptables. Debemos hablar por tanto, más que de defensa frente a avenidas de *gestión del riesgo de avenidas*.

La población debe conocer el riesgo que suponen las avenidas y las propuestas del Plan deben partir de este conocimiento. Como consecuencia, la aprobación del Plan debe contar con un mínimo de consenso.

Es por tanto esencial informar a la población de los riesgos reales que, en cualquier caso, deben ser asumibles razonablemente, y difundir los métodos que permiten minimizar los daños con un comportamiento adecuado durante la avenida.

El documento está planteado con la siguiente estructura:

Documento 1: Memoria descriptiva y anejos:

- Introducción a la problemática y las posibles actuaciones, en el que se incluye una caracterización de la situación actual y los criterios de actuación.
- Descripción de las actuaciones no estructurales propuestas.
- Descripción de las actuaciones estructurales propuestas.
- Marco legal de las actuaciones
- Conclusiones, incluyendo un resumen de las actuaciones propuestas.

Documento 2: Planos

- Cartografía de riesgo y peligrosidad en situación actual
- Planta general de las actuaciones.
- Cartografía de riesgo y peligrosidad en situación futura

Documento 3: Valoración del Plan Director.

Documento 4: Plan de gestión del riesgo de inundación

APÉNDICES

2. CARACTERIZACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

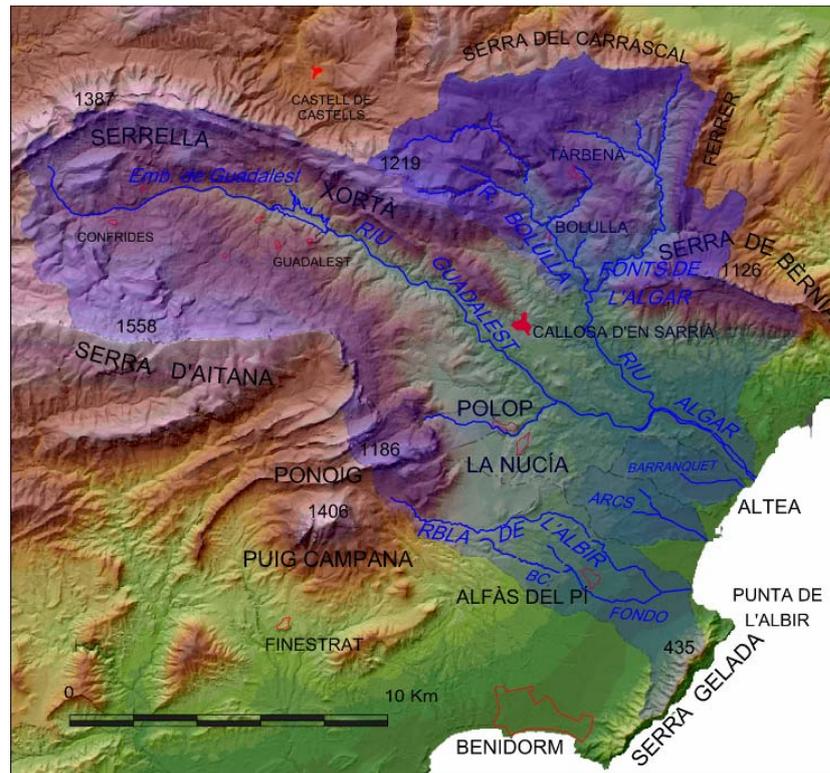
2.1. VISIÓN GENERAL

Durante los últimos cuarenta años, el espacio objeto de estudio ha experimentado una radical alteración de sus parámetros hidrológico-hidráulicos y geomorfológicos, como resultado de una intensa urbanización de las cuencas de drenaje, de la construcción de numerosas vías de comunicación perpendiculares a los cursos fluviales y a la ocupación parcial o total de los cauces por construcciones o viales.

Esta antropización es extrema en el sector más próximo a la costa, donde los escasos cordones dunares y los abanicos holocenos de los principales cauces, se hallan intensamente urbanizados. Esta situación es particularmente problemática debido al carácter regresivo de este tramo costero, manifiesto durante varias décadas y objeto de diversas obras de defensa. Estos hechos, unidos al efecto tapón generado por los temporales marítimos de levante, hacen necesario prestar una particular atención a la geomorfología del sector costero.

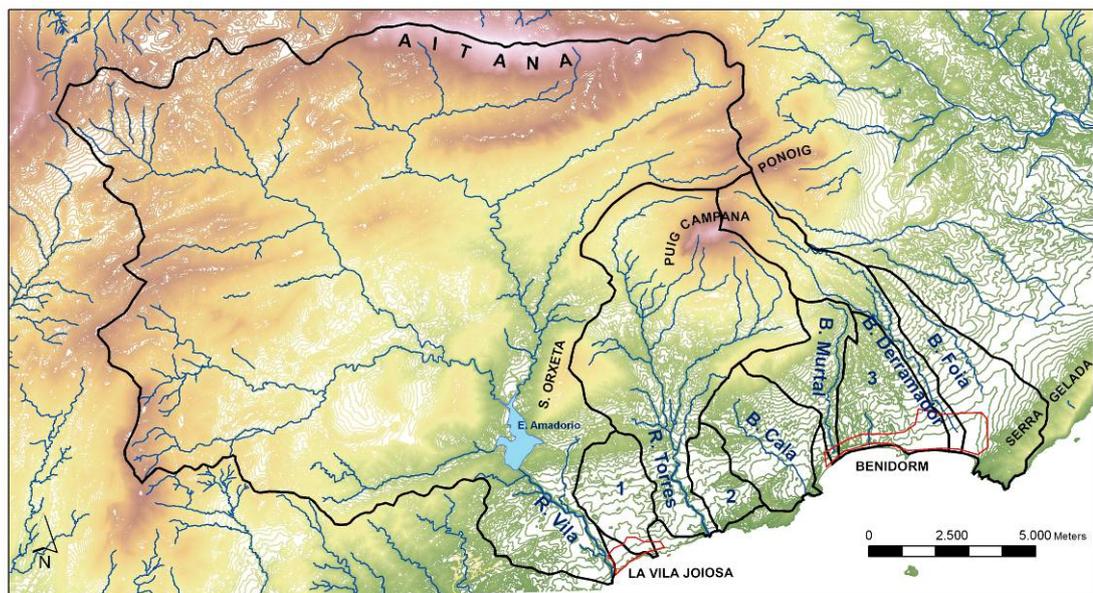
Una primera zona la constituyen las zonas inundables situadas entre los relieves de la Serra de Bèrnia y la Serra Gelada, un espacio enmarcado por importantes sierras calcáreas y rellenado por un diapiro triásico, parcialmente confinado por el sur por suaves elevaciones formadas por margas del paleoceno. La segunda zona se centra en el espacio situado al sur de la Serra Gelada, a lo largo del cual se articula un amplio sistema de glaciares pleistoceno, sólo alterado por diversas elevaciones margosas asociadas al paleógeno. En ambos sectores se analizan los principales cursos fluviales, a escala de cuenca, con una descripción más detallada de las zonas de riesgo según criterios geomorfológicos.

El sector Serra de Bèrnia-Punta de l'Albir comprende una serie de barrancos y cauces de muy diferente entidad que desembocan en este tramo de costa, la bahía de Altea, limitado por los destacados relieves de la Serra de Bèrnia-Morro de Toix al norte y la Serra Gelada-Penyas de l'Albir al sur. El principal curso fluvial es el Riu de l'Algar que, con una cuenca de más de 200 Km², es el río más caudaloso que desemboca en la costa alicantina después del río Segura, gracias a los aportes de importantes manantiales alimentados por los acuíferos de la Serra de Bèrnia-Ferrer-Xortà y por el acuífero norte de Aitana. La existencia de importantes relieves calizos y bandas margosas impermeables en la base determina la geomorfología y la hidrología del área.



Red de drenaje de las cuencas vertientes a la bahía de Altea.

Las cuencas de drenaje de los cauces de este sector comprenden el sector alicantino más montañoso, con predominio de las sierras sobre los valles y abarca las sierras de Aitana (1558 m), Serrella (1387 m), Xortà (1219 m), Bérnia (1129 m) y Ponoig (1186 m). El relieve del área se caracteriza por abundantes escarpes calizos, generalmente reflejo de fallas.



Cuencas de drenaje de los cauces al sur de la Serra Gelada. 1. Barranc del Refoio; 2. Barranc de Ferrandis; 3. Barrancos del Rajarell, Xixó, Fojetes, Aigüera, Moralet y otros.

El sector Serra Gelada-Riu de la Vila es drenado por diversos barrancos que disectan los sistemas de glaciares pleistocenos. Algunos de ellos presentan una cuenca circunscrita casi exclusivamente a este ámbito, mientras que el riu de la Vila y el riu de Torres presentan cuencas de mayores dimensiones. En este trabajo, para el caso del riu de la Vila, sólo se considera el espacio situado aguas abajo del embalse de Amadorio.

El resto de cauces captan la escorrentía de los escarpes calizos del Puig Campana (1406 m), la Serra d'Orxeta (671) y la Serra Cortina (526) en los sectores de cabecera y configuran una red de drenaje aguas abajo, condicionada por la posición de determinados relieves paleógenos de menor entidad, como los tossals de Damunt de L'Horta, La Castilla y el Galandú.

En las cabeceras de la cuenca del río Algar y del riu de la Vila o Amadorio las precipitaciones medias anuales superan los 800 mm, pudiendo llegar a 1700 mm en años húmedos (Marco et al., 1998). Las sierras alargadas próximas al litoral y bien expuestas a los flujos del NE provocan efectos de sombra pluviométrica en los valles a sotavento y fuertes gradientes pluviométricos a lo largo del transecto Tàrbena (826 mm anuales)-Bolulla (615 mm)-Callosa (474)-Altea (407 mm)-Benidorm (300 mm)-La Vila Joiosa (330 mm).

Existe por tanto un claro gradiente de precipitaciones decreciente en sentido N-S en toda el área de estudio con la excepción de la bahía de Benidorm, más seca por su orientación meridional. Este gradiente es paralelo a los niveles de torrencialidad, cuya magnitud también decrece hacia el sur y desde los relieves hacia la costa, como demuestra en contraste entre los valores R de Callosa d'En Sarrià (127) y Benidorm (36) (Pons-Soriano, 1994). En sucesos de lluvias torrenciales la respuesta hidrológica está condicionada por las fuertes pendientes. Además, el carácter impermeable de los diapiros triásicos y de las amplias superficies urbanizadas es un factor añadido a considerar.

La escorrentía que se genera en la cuenca depende casi exclusivamente de surgencias en las cabeceras, a partir de los sistemas acuíferos del Carrascal-Ferrer, Xortà-Serrella y Aitana. Se puede destacar el elevado índice de infiltración tanto en las Sierras de Bèrnia como en el eje Puig Campana-Ponoig, pero en especial en los taludes paleocenos de la vertiente septentrional del macizo de Aitana que incide en una moderada densidad de drenaje y en la alimentación de los dos principales ríos del área de estudio, el Algar y el Amadorio (Marco et al., 1998). La elevada infiltración de este sector contribuye a la recarga del acuífero Beniardà-Polop con flujo NO-SE y descarga en la zona de Polop. Entre Callosa d'En Sarrià y Bolulla los diapiros triásicos constituyen barreras impermeables que separan los acuíferos de la Serrella-Xortà-Almedia (fuente de Callosa), del sistema del Carrascal-Ferrer (fuentes del Algar), con diferentes niveles piezométricos a uno y otro lado (Rodríguez Estrella, 1977). Este mismo efecto lo provoca la barrera diapírica de Finestrat, que asegura un pequeño caudal constante al modesto río Torres, en un entorno árido en términos de precipitaciones.

2.2. INVENTARIO DE PUNTOS Y ÁREAS CON PROBLEMAS DE INUNDACIÓN

2.2.1. INFORMACIÓN HISTÓRICA

Se han considerado fuentes diversas en relación con la identificación de información histórica asociada a inundaciones dentro del ámbito de la Marina Baja.

En primer lugar, se ha contrastado una fuente de información oficial, que es el Catalogo Nacional de Inundaciones Históricas (CNIH). Este catalogo esta basado en los estudios realizados por la Comisión Técnica de Emergencia por Inundaciones (CTEI) entre los años 1983 a 1988, habiendo sido actualizados con la información recopilada a partir del año 1988. El propio catalogo es una base de datos, que permite la obtención de cierta información, agrupada por episodio de lluvia, y por municipio. El primer evento recogido se corresponde con el año 1904, y el último con el año 2004.

En segundo lugar, se han contrastado otras fuentes de información, en concreto un texto de recopilación de trabajo, en el ámbito académico de la geografía aplicada. El texto que se ha consultado es la publicación "Aguaceros y Aguaduchos". Se trata de un libro publicado por el Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante, cuyos editores son Antonio Gil Olcina, Jorge Olcina Cantos y Antonio M. Rico Amorós.

A continuación se incluye una tabla resumen con los episodios de lluvias recogidos en el CNIH que afectan a la Marina Baja:

Episodio	Fecha de inicio	Fecha de final	Denominación
185/211	03/11/1987	10/11/1987	INUNDACIONES NOVIEMBRE 1987
187/211	03/09/1989	10/09/1989	INUNDACIONES SEPTIEMBRE 1989
198/211	08/09/1996	12/09/1996	INUNDACIONES SEPTIEMBRE 1996
201/211	29/09/1997	01/10/1997	INUNDACIONES SEPTIEMBRE 1997
203/211	26/05/1998	26/05/1998	INUNDACIONES 26 DE MAYO DE 1998

Por otra parte, la publicación de "Aguaceros y Aguaduchos" de la Universidad de Alicante, recoge los episodios más significativos en la zona:

FECHA	MUNICIPIO	CAUCE	DAÑOS
5 a 7 Octubre 1971	Benidorm	Derramador, La Cala, Barceló, la Tapia	Infraestructura urbana. Instalaciones turísticas
	Villajoyosa		Daños en cultivos e infraestructuras
	Finestrat		Daños en cultivos e infraestructuras
23 de agosto de 1983	Benidorm		Calles, locales comerciales, viviendas
8 de septiembre de 1984	Benidorm		Inundación Av. Aigüera, Av. Mediterráneo, Rincón de Loix
23,23 y 24 de septiembre de 1985	Benidorm		Inundación Av. Mediterráneo, C/ Gambó, Rincón de Loix

FECHA	MUNICIPIO	CAUCE	DAÑOS
1 y 2 de octubre 1986	Altea	Algar	Daños en zonas urbanas. Rotura tubería AAPP
30 de octubre de 1986	Benidorm	Aigüera y Barceló	Inundación Av. Mediterráneo, C/ Gambó, Rincón de Loix
noviembre de 1987	Benidorm	Barceló	Inundación Rincón de Loix
	Altea		Desprendimientos túnel Mascarat. Corte AP-7
4 y 5 de noviembre de 1989	Benidorm		Inundación zona La Torreta, Av. Marina Española, Oviedo, Viña del Mar y Penetración
	Altea		Daños en la Carretera Altea-Albir
30 de octubre de 1990	Benidorm	Aigüera	Inundación zona Aigüera
19 y 20 de febrero de 1992	Benidorm		Inundación en varias calles
26 y 27 de diciembre de 1992	Altea		Daños en la Carretera Altea-Albir
1 a 8 de febrero de 1993	Altea		Corte en el camino de Sogay
1 a 8 de febrero de 1993	Benidorm		Desbordamiento en la Calle Gerona
octubre de 1993	Benidorm		Desbordamiento en varias calles
22 y 24 de septiembre de 1993	Benidorm		Inundación de dos juzgados
	Altea		Inundación plaza de la Creu y túnel de FFCC
17 y 18 de enero de 1996	Benidorm		Derrumbe muro de plaza de toros, y problemas de tráfico.
	Altea		Pequeños daños en zona urbana.
septiembre de 1996	Villajoyosa		Inundaciones Avda. Puerto y País Valenciano
abril de 1997	Benidorm		Importantes daños en las playas
	Finestrat		Importantes daños en las playas
	Villajoyosa		Importantes daños en las playas
6 y 7 de mayo de 2002	Benidorm	Murtal y Derramador	Daños en la Cala y playa de Levante
	Finestrat		Importantes daños en las playas
	Villajoyosa		Importantes daños en las playas
	Alfaz del Pi		Desalojo de un instituto
	Altea	Algar y barrancos	Importantes daños en playas y zonas de cultivo

Por último el equipo redactor del presente Plan recopiló un gran número de datos correspondientes al episodio de lluvias 2007-2008 (véase apéndice 2)

2.2.2. INVENTARIO DE PUNTOS Y ZONAS DE RIESGO

En primer lugar se realizaron diversas encuestas en los servicios técnicos de los municipios de la zona para elaborar un catálogo de los daños registrados históricamente, incluyendo todos los datos que puedan ser de interés para los estudios posteriores, como localización de las zonas con problemas, posibles causas de los mismos, frecuencia de presentación, reportaje fotográfico, publicaciones,... etc.

Posteriormente se procedió a la clasificación de las zonas en dos categorías: la primera correspondiente a los puntos cuya inundación produciría daños materiales y/o personales de cierta entidad, y la segunda formada por las zonas que, aún siendo inundables, su inundación sólo produciría daños localizados. Como consecuencia se llegó al siguiente inventario preliminar de zonas con problemas de inundación

Nº	CÓDIGO	TÉRMINO MUNICIPAL	CAUCE/S AFECTADO/S
1	ALFAZ_01	L'ALFÀS DEL PI	CONFLUENCIA BCOS. SOLER O FONDO CON RAMBLA DEL ALBIR O CARBONERA
2	ALTEA_01	ALTEA	RÍO ALGAR
3	ALTEA_02	ALTEA	BARRANC DELS ARCS
4	ALTEA_03	ALTEA	BARRANC DEL BARRANQUET
5	BENIDORM_01	BENIDORM	BARRANC DE BARCELÓ
6	BENIDORM_02	BENIDORM	BARRANC LLIRIET O DERRAMADOR
7	BENIDORM_03	BENIDORM	BARRANC DEL MURTAL O TAPIA
8	CALLOSA_01	CALLOSA D'EN SARRIÀ	RÍO ALGAR
9	FINEST_01	FINESTRAT	BARRANC DE LA CALA
10	POLOP_01	POLOP	BARRANC DE LA CANAL -GULAPDAR
11	VILA_01	VILAJOIOSA	RÍO SELLA O AMADORIO
12	VILA_02	VILAJOIOSA	RÍO TORRES
13	VILA_03	VILAJOIOSA	BARRANCOS DEL REFOIO

Zonas de riesgo alto

Se han elaborado unas fichas para cada uno de estos puntos en las que se indica localización, datos generales, fuentes de información, descripción, danos provocados y/o potenciales y reportaje fotográfico (ver apéndice 2).



Situación de las zonas seleccionadas.

A continuación se adjunta un cuadro con los datos principales de estos tramos:

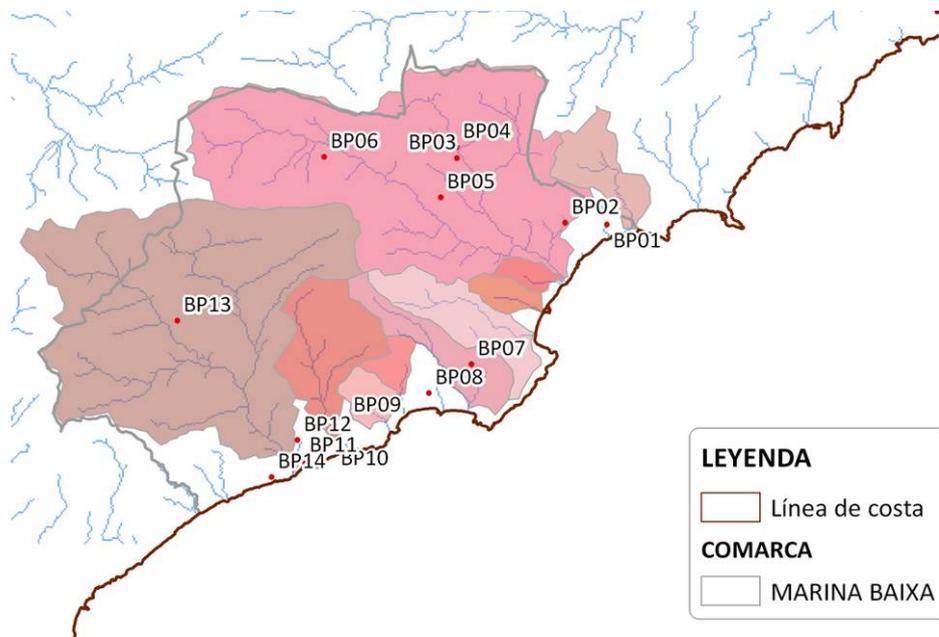
PLAN DIRECTOR DE DEFENSA CONTRA AVENIDAS EN LA MARINA BAJA (ALICANTE)					
INVENTARIO PRELIMINAR DE ZONAS CON PROBLEMAS DE INUNDACIÓN					
MUNICIPIO					
	CAUCE	ZONA PRELIMINAR	DAÑOS REGISTRADOS O POTENCIALES	INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE	EQUIPAMIENTOS ESTRATÉGICOS
ALFAZ DEL PI	CONFLUENCIA DE LOS BCOS. SOLER Y RAMBLA DEL ALBIR (O RIUET SEQUET) EN EL BOULEVARD DE LOS MUSICOS	DESDE EL CRUCE DE LOS BARRANCOS CON LA N-332 Y FFCC HASTA LA DESEMBOCADURA AL MAR	VIVIENDAS Y NEGOCIOS PRÓXIMOS, INUNDACIÓN DE LA ROTONDA DE LA AVENIDA DEL ALBIR, PARKING HIPERMERCADO, HOTEL PROXIMO Y ZONA AJARDINADA DEL BOULEVARD DE LOS MUSICOS, EROSIONES EN CIMENTACIÓN DE LAS PILAS DE LAS OBRAS DE PASO DEL FFCC.	VIARIO URBANO, N-332, FFCC, CAMINOS LOCALES	ESTACION DE BOMBEO DE LA RED DE SANEAMIENTO.
ALTEA	RIO ALGAR	TRAMO DESDE E.B MANDEM HASTA DESEMBOCADURA	INUNDACIÓN DE INSTALACIONES DEPORTIVAS, EDAR, PARCELAS AGRARIAS, BADEN EN CAMINO LOCAL, CAMINOS DE SERVICIO.	AP7, FFCC, N-332, RED LOCAL	E.B MANDEM (C.A.M.B), EDAR, INSTALACIONES DEPORTIVAS MUNICIPALES, CANTERA
	BARRANC DELS ARCS	CRUCE CON LA AP7 HASTA LA DESEMBOCADURA AL MAR.	ROTURA DE MUROS LATERALES EN DESEMBOCADURA, INUNDACIÓN VIVIENDAS PRÓXIMAS EN DESEMBOCADURA, INUNDACIÓN CV-765. INUNDACION PUNTUAL DE CAMINOS LOCALES.	CAMINOS LOCALES, N-332, CV-765, FFCC, VIARIO URBANO	NO
	BARRANC DEL BARRANQUET	DESDE EL PASO BAJO LA AP7 HASTA LA DESEMBOCADURA AL MAR.	INUNDACIÓN POR MARGEN IZQUIERDA CON DAÑOS CUANTIOSOS EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y PARCELAS AGRARIAS, EVENTUAL AFECCIÓN AL CASCO URBANO EN EL TRAMO ENCAUZADO.	CARRETERAS LOCALES, VIARIO URBANO	COLEGIO PRÓXIMO
BENIDORM	BARRANCO BARCELÓ	DESDE EL PASO BAJO LA AP7 HASTA LA DESEMBOCADURA. ZONA DEL RINCÓN DEL LOIX.	INUNDACIÓN DEL CAMPING Y VIVIENDAS PRÓXIMAS, CAMINOS LOCALES, PARCELAS MUNICIPALES, ETC.	AP7, FFCC, N332, RED LOCAL,	HOSPITAL LEVANTE, ZONAS DE APARCAMIENTO, INSTALACIONES DEPORTIVAS, COLEGIO LOPE DE VEGA
	BARRANCO LLIRIET O DERRAMADOR	DESDE EL CRUCE CON LA AP7 HASTA LA DESEMBOCADURA.	INUNDACIÓN DE VIARIO URBANO Y AFECCIÓN EN ZONA DE COSTA (DESEMBOCADURA).	VIARIO URBANO	COLEGIOS P.GABRIEL Y MESTRE GASPAR, INSTITUTO DE F.P Y PERE MARIA ORTS,
	BCO. DEL MURTAL	TRAMO DE DESEMBOCADURA	INUNDACION DE VIARIO URBANO Y VIVIENDAS PRÓXIMAS	VIARIO URBANO	
CALLOSA D'EN SARRIÀ	RIO ALGAR	CONFLUENCIA RÍOS ALGAR-BOLULLA	DESBORDAMIENTO DE CAUCE CON INUNDACION DE LOS RESTAURANTES DE LA ZONA	CARRETERA LOCAL DE LAS FUENTES DEL ALGAR	ZONA TURISTICA FUENTES DEL ALGAR
FINESTRAT	BARRANC DE LA CALA	DESEMBOCADURA CALA DE FINESTRAT	INUNDACION DE VIVIENDAS, VIALES MUNICIPALES, ZONA DESTINADA A MERCADO (EN EL CAUCE) DAÑOS EN VEHICULOS Y MOBILIARIO URBANO.	ENTRAMADO URBANO	INSTALACIONES MUNICIPALES EN LA ZONA DE PLAYA
POLOP	BARRANC DE LA CANAL-GULAPDAR	CRUCE CON CV70	NO SE HAN REGISTRADO DAÑOS. POTENCIALMENTE, AFECCIÓN A VIVIENDAS QUE INVADEN CAUCE, DESBORDAMIENTO EN ZONA URBANA Y AFECCIÓN A LA NACIONAL.	CV70, VIARIO URBANO	NO
VILA JOIOSA	RIO SELLA O AMADORIO	DESEMBOCADURA	INUNDACION DE VIVIENDAS EN ZONA DE DPH Y/O DE POLICIA	CARRETERA DE COSTA	
	RÍO TORRES	DESEMBOCADURA	RIESGO POTENCIAL DE DAÑOS DE INUNDACIÓN ZONA DE ACAMPADA, RIESGO DE DESPRENDIMIENTOS DE MARGEN CON AFECCIÓN A VIVIENDAS PRÓXIMAS.	CARRETERA DE COSTA	
	REFOIOS	FENÓMENO LOCALIZADO EN ZONA URBANA	INUNDACIÓN DE CALLES CON AFECCIÓN A LA POBLACIÓN.	VIARIO URBANO	

Todas y cada una de las tormentas sintéticas presentadas tiene definido el campo de intensidades de precipitación con intervalo de agregación temporal de 10 minutos, y resolución espacial de 1km x1 km sobre la malla geográfica confinada al rectángulo de 60 x 65 km, de modo que el cálculo hidrológico se puede acometer sobre cualquier sub-zona ó cuenca dentro de éste rectángulo geo-referenciado, con independencia de la definición de puntos y subcuencas que se presenta a continuación.

Puntos geográficos seleccionados

Dentro de la comarca de la Marina Baja, se han seleccionado un total de 14 puntos geográficos de interés, a efectos de extraer y definir el hietograma de intensidades de lluvia puntual a partir de cada uno de los eventos sintéticos generados. De estos hietogramas se determina el total acumulado, así como la "precipitación diaria equivalente" .

Los 14 puntos seleccionados son los siguientes:



Puntos geográficos para extracción de hietogramas y Pd equivalente.

Las coordenadas UTM de estos 14 puntos se indican en la siguiente tabla, junto con el código de denominación abreviada:

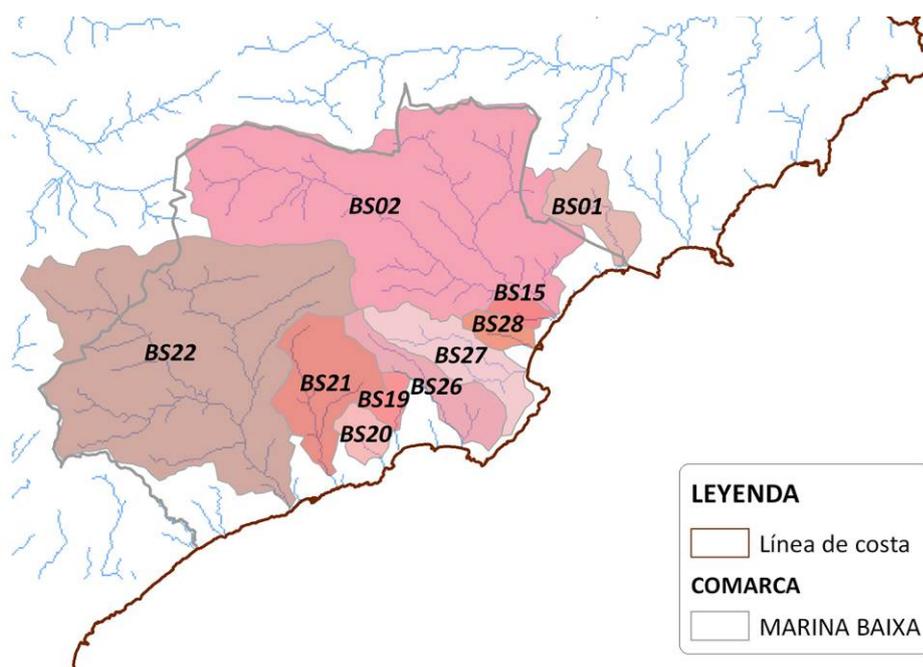
PUNTOS GEOGRÁFICOS - Marina Baja			
	*.txt	COORDENADAS	
nombre	fichero	X (UTM)	Y (UTM)
Barranc del Gorg (Altea)	BP01	760160	4280590
Barranc de la Vella (Altea)	BP02	757660	4280680
Barranc de la Font del Salt (Bolulla)	BP03	751099	4284670
Barranc Negre (Bolulla)	BP04	751072	4285360
Callosa d'En Sarria	BP05	750114	4282260
Barranc Sapena ó Muladar (Benimantell)	BP06	743059	4284740
Barranc de Barcelo (Benidorm)	BP07	751982	4271990
Benidorm	BP08	749393	4270210
Barranco de Ferrandis (Villajoiosa)	BP09	744436	4268510
Poligono del Torres (La Villajoiosa)	BP10	743681	4267260
Vila Joiosa	BP11	741786	4266050
Refoios (La Vila)	BP12	741454	4267310
Barranc de Bortolo (Relleu)	BP13	734188	4274670
N-332 en Platja del Paradis	BP14	739881	4265030

Coordenadas UTM de los puntos geográficos seleccionados

Subcuencas en la comarca de la Marina Baja

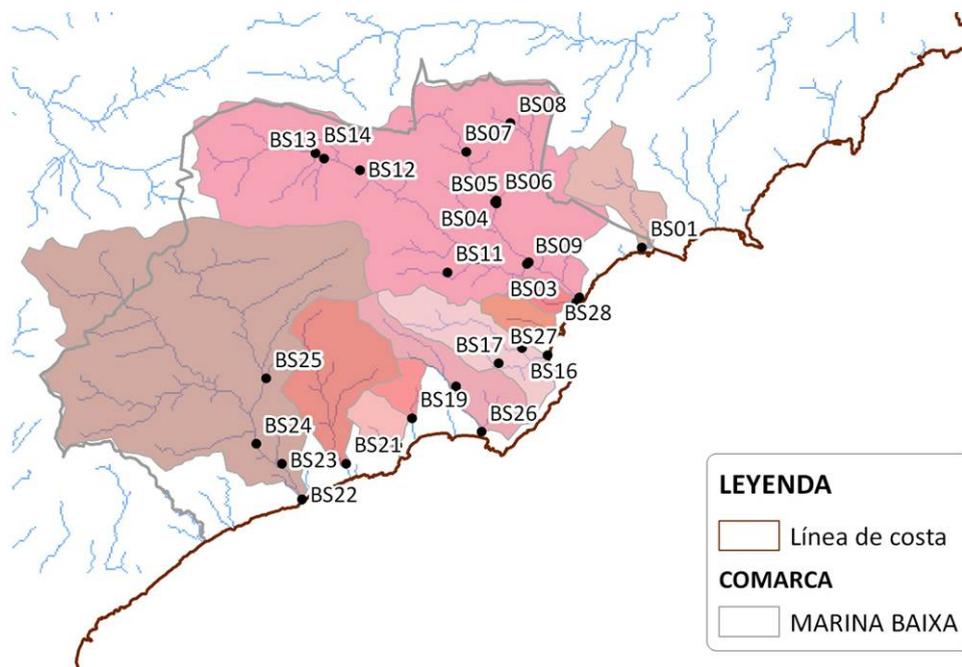
Se han definido 28 zonas ó subcuencas, a efectos de promediación areal de la precipitación, aparte de la totalidad de la extensión de la comarca. En cada una de estas zonas, se determina para cada evento sintético el total acumulado de lluvia (promedio areal), y también la "precipitación diaria equivalente (puntual)", por el procedimiento descrito en el capítulo correspondiente de este informe dedicado a la asignación de periodo de retorno del evento de lluvia.

En primer lugar, se definen 10 zonas correspondientes a cuencas totales y barrancos hasta su desembocadura en el mar mediterráneo. Se muestran en la siguiente figura:



Cuencas vertientes al mar consideradas para promediación areal de la precipitación

Aparte de las anteriores, se definen 18 subcuencas intermedias adicionales, cuyos puntos de desagüe se muestran en el siguiente gráfico de localización:



Cuencas intermedias consideradas a para promediación areal de la precipitación

Las áreas en km² y las coordenadas del punto de desagüe se indican en la siguiente tabla, correspondiendo al río Algar hasta la desembocadura el área ALG00, el barranco del Barranquet el área BAR00 y el el Barranc del Arc el área ARC00.

SUBCUENCAS - Marina Baja		*.txt	km ²	COORDENADAS DESAGÜE	
descripción	fichero	AREA	X (UTM)	Y (UTM)	
Barranc Salat (Altea)	BS01	20.40	761374	4280280	
Río Algar hasta desembocadura (Altea) - ALG00	BS02	213.75	757740	4277040	
Confluencia R.Algar con R.Guadalest - ALG01	BS03	194.61	754655	4279520	
Confluencia R.Algar con R. Bolulla	BS04	57.84	752642	4282868	
Río Bolulla	BS05	29.41	752642	4282868	
Cabecera del R. Algar hasta confluencia con R. Bolulla	BS06	28.34	752642	4282868	
Cabecera del R. Bolulla (Bolulla)	BS07	18.45	750655	4286940	
Barranc de Binarreal (Tarbena)	BS08	5.84	752955	4288170	
R. Guadalest hasta confluencia con el R. Algar	BS09	120.87	754380	4278970	
R. Guadalest en La Nucia (a.abajo confluencia Barranc de la Canal)	BS10	110.56	751558	4279750	
Barranc de la Canal	BS11	6.74	749796	4278890	
Embalse de Guadalest	BS12	62.16	744350	4285230	
Barranc de L'Anouer hasta confluencia con R. Beniardá (Beniardá)	BS13	6.66	742645	4285710	
Barranc de Fabara hasta confluencia con R. Beniardá (Beniardá)	BS14	7.07	742101	4286140	
Barranquet (Altea) hasta el mar - BAR00	BS15	5.11	756168	4275170	
Riuet Seguet (Alfaz del Pi) - SEG02	BS16	14.21	754245	4274440	
Barranc de Soler (Alfaz del Pi) - SEG01	BS17	6.42	752782	4273590	
Barranc de Liriet (Benidorm)	BS18	9.30	750462	4272020	
Barranc de la Tapia - Murtal (Benidorm)	BS19	6.29	747821	4270480	
Barranc de la Cala (Finestrat)	BS20	8.43	746343	4269090	
Río Torres (La Vila)	BS21	37.53	743807	4267570	
Río Amadorio hasta desembocadura al mar - AMA00	BS22	219.48	741181	4265090	
Río Amadorio en AP7	BS23	212.67	740032	4267510	
Embalse de Amadorio - AMA01	BS24	204.04	738540	4268770	
Río Sella en Orxeta	BS25	78.43	739084	4272580	
Barranco de Barceló hasta el mar (Benidorm) - BAC00	BS26	23.57	751783	4269110	
Riuet Seguet hasta el mar - SEG00	BS27	28.81	755631	4273780	
Barranc del Arc (hasta el mar - Puerto Altea) - ARC00	BS28	7.11	756181	4275180	

Zonas y subcuencas – RAINGEN consideradas. Coordenadas UTM-desagüe y áreas

2.3.2. ESTUDIO HIDROLÓGICO

Para el estudio hidrológico de la zona se ha aplicado un modelo de tipo conceptual con base física y distribuido en el espacio denominado TETIS en su versión 8.0. El modelo pertenece a la clase de modelos distribuidos: la modelación geomorfológica e hidrológica es efectuada sobre una malla de celdas, de manera que cada celda tiene asociado un valor para cada parámetro necesario para una correcta caracterización, y conceptual, por eso necesita de partida datos hidrometeorológicos observados para poder permitir su calibración. Su utilización es recomendada en los casos de estudio donde sea disponible una cantidad de información ya sea geomorfológica o meteorológica y de aforo bastante completa.

2.3.2.1. PARÁMETROS DEL MODELO

Los parámetros de un modelo describen las características del sistema a modelar, en función de la estructura y conceptualización del mismo. Dado que el modelo se basa sobre una malla regular de celdas de un Modelo de Elevación digital, es necesario caracterizar cada celda de la malla con un valor homogéneo del parámetro.

El modelo TETIS utiliza una estructura de parámetros efectivos separada en dos partes::

- Las características físicas del medio natural, estimadas según la información disponible y medida a una escala espacial definida.
- Los factores correctores.

Las características físicas expresan el valor medido o estimado del parámetro para cada celda de la cuenca, describen la variabilidad espacial del mismo y poseen significado físico.

Los factores correctores absorben los errores provenientes de todas las fuentes citadas antes. Es razonable suponer que el factor corrector sea común para todas las zonas de la cuenca, o al menos para un número limitado de regiones dentro de la cuenca. Además, siendo todas las celdas del mismo tamaño, los efectos de escala son iguales para toda la cuenca.

La ecuación que describe la estructura separada del parámetro efectivo es la siguiente:

$$\theta_{i,j}^* \approx R_i \theta_{i,j}, \quad j=1,\dots,n, i=1,\dots,p$$

donde $\theta_{i,j}^*$ es el parámetro efectivo i-ésimo para la celda j, R_i es el factor corrector del parámetro i, común para todas las celdas, $\theta_{i,j}$ es el parámetro estimado para la celda j, n es el número total de celdas y p es el número total de parámetros por celda.

La ventaja principal de esta estructura del parámetro es que, en la fase de calibración, se reduce notablemente el número de variables que deben ser ajustadas, siendo sólo necesario calibrar los p factores correctores, en vez de np valores (número de parámetros por número de celdas).

De este modo, el modelo hidrológico TETIS podrá ser calibrado a través del ajuste de 9 factores correctores (Cuadro 4).

Factor corrector (R')	Parámetro ($\theta_{i,j}^*$)
<i>FC1</i>	Capacidad de almacenamiento hídrico
<i>FC2</i>	Índice de cobertura de vegetación
<i>FC3</i>	Capacidad de infiltración
<i>FC4</i>	Velocidad del flujo superficial
<i>FC5</i>	Capacidad de percolación
<i>FC6</i>	Velocidad del interflujo
<i>FC7</i>	Capacidad de percolación profunda
<i>FC8</i>	Velocidad del flujo base
<i>FC9</i>	Velocidad del flujo en canal

Factores correctores y respectivos parámetros ajustados

2.3.2.2. LAS CONDICIONES INICIALES

Para simular un evento es necesario definir las condiciones iniciales de las variables de estado. En el modelo TETIS, las variables de estado son las siguientes:

- El nivel de agua equivalente en el manto de nieve.
- El nivel del almacenamiento estático.
- El nivel del almacenamiento superficial.
- El nivel del almacenamiento gravitatorio.
- El nivel del almacenamiento subterráneo.
- El caudal en los canales.

Una posibilidad para considerar niveles distribuidos en el espacio (un valor para cada celda) es definir los valores iniciales de humedad como los producidos por una simulación anterior, por ejemplo de un

periodo de calentamiento. El programa permite utilizar valores de humedad inicial definidos por el usuario o valores obtenidos de una simulación anterior.

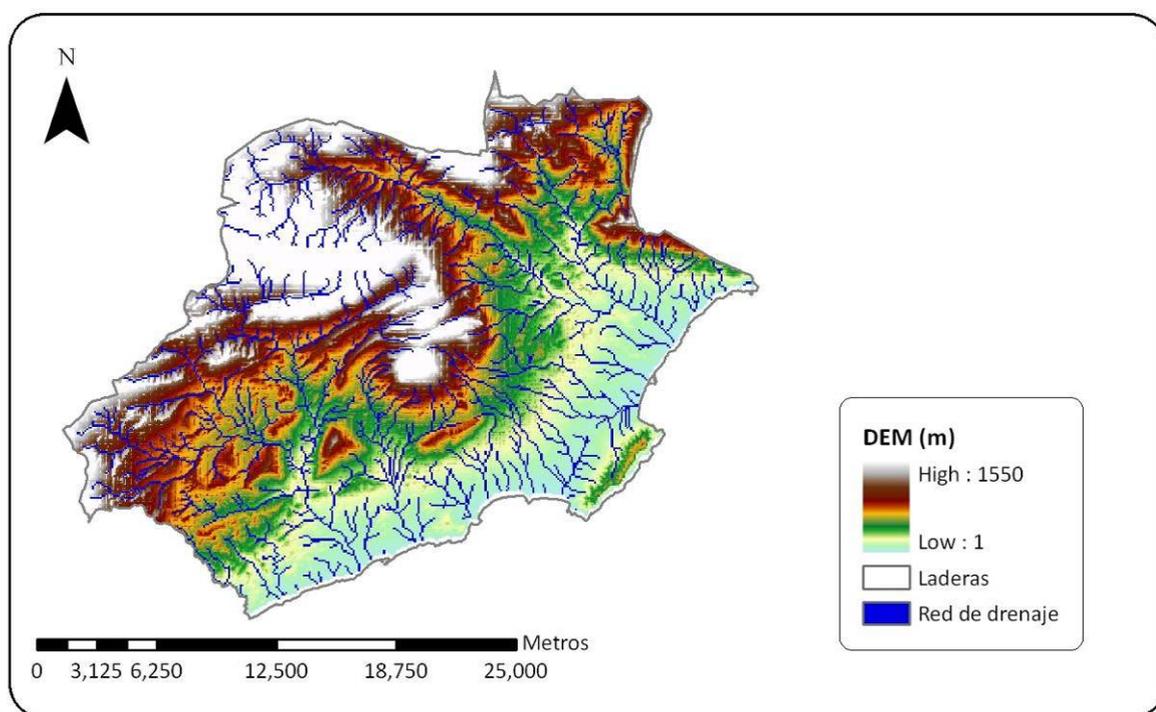
El nivel del almacenamiento estático presenta una capacidad máxima, definida por la capacidad de almacenamiento hídrico del suelo H_u . El modelo necesita como dato de entrada la condición inicial del tanque de almacenamiento estático representada por el porcentaje del total de la capacidad de almacenamiento hídrico del suelo.

Con respecto a los niveles del almacenamiento superficial, gravitatorio y subterráneo, el valor inicial de entrada se da como la altura de agua en milímetros de cada tanque. Para el caudal en los canales, se define el valor inicial como el porcentaje del caudal a sección llena.

2.3.2.3. ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS

Posteriormente se procede a la estimación de los diferentes parámetros que intervienen en el cálculo:

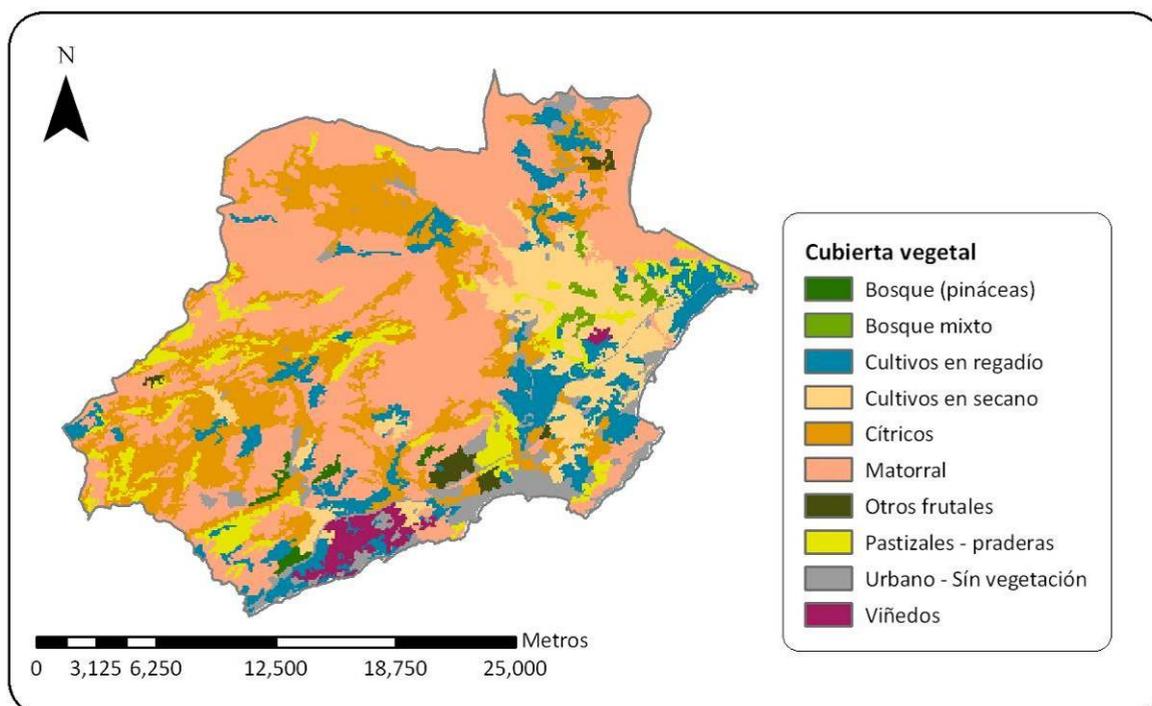
- **Derivados de la topografía** (Modelo de elevación digital del terreno (Imagen 8), mapas de pendiente, velocidad de flujo en laderas, o red de drenaje obtenida a partir del DEM).



Modelo de Elevación Digital (DEM)

- **Cubierta vegetal.** El índice de cobertura para la modelación de la evapotranspiración se establece según la dinámica propia de tipo de cobertura vegetal, a partir del mapa de usos de suelo, y representa su variabilidad de la evaporación en el ciclo anual.

En la Imagen 9 se indican los valores mensuales del índice de cobertura asignados a cada categoría, cuyo ciclo anual se ilustra en la Imagen 16. En la Imagen 17 y 18 se presentan los usos del suelo o categorías de tipo de cobertura en un par de tramos de la zona de estudio.



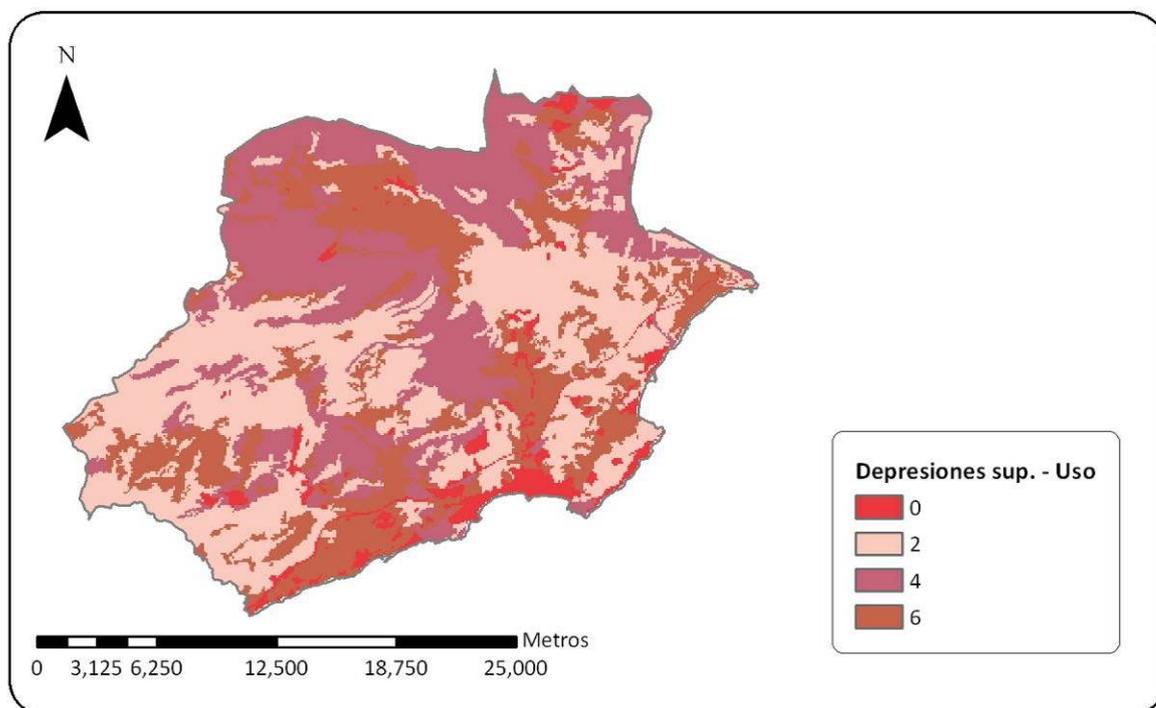
Mapa de cubierta vegetal

- **Abstracciones iniciales** Para la parte del modelo TETIS concerniente a los procesos de interceptación de lluvia debido a la cubierta vegetal y el almacenamiento de agua en depresiones del terreno se crearon mapas de parámetros hidrológicos asociados a la cubierta vegetal a partir de un mapa de usos del suelo.

Se considera como pérdidas iniciales la cantidad de lluvia que una vez precipitada no alcanza a escurrir superficialmente por el terreno ni a penetrar en el suelo por las condiciones impuestas por la vegetación y la composición de la superficie. Se evalúa como la superposición de los siguientes efectos:

- **Intercepción:** contenido de agua retenida por la vegetación por medio de la interceptación de la precipitación, esto es, el agua lluvia que se queda en la vegetación, se evapora o hace parte de la transpiración de las plantas y no llega al suelo.

- Almacenamiento superficial: contenido de agua almacenada a causa la rugosidad del terreno, esto es, el almacenamiento en superficies por encharcamiento.



Mapa de almacenamiento superficial según el uso del suelo (mm)

- **Parámetros hidráulicos del suelo.** En contraste con los parámetros anteriores, los que corresponden a características hidráulicas del suelo, normalmente se conocen sólo en algunas localizaciones puntuales del territorio, en los cuales se han realizado mediciones directas en campañas de campo, o se han extraído muestras para ser analizadas en el laboratorio. En ocasiones, se busca que los puntos muestreados sean representativos de unas unidades cartográficas de tipo edafológico, y los valores estimados del parámetro en esos puntos son asociados a las unidades cartográficas correspondientes, por lo que se denomina "valores modales". Si no se tiene información real de los parámetros hidráulicos pero se tienen otros parámetros físicos del suelo, como la textura y el contenido de materia orgánica, se puede recurrir a técnicas indirectas para estimar los valores modales.

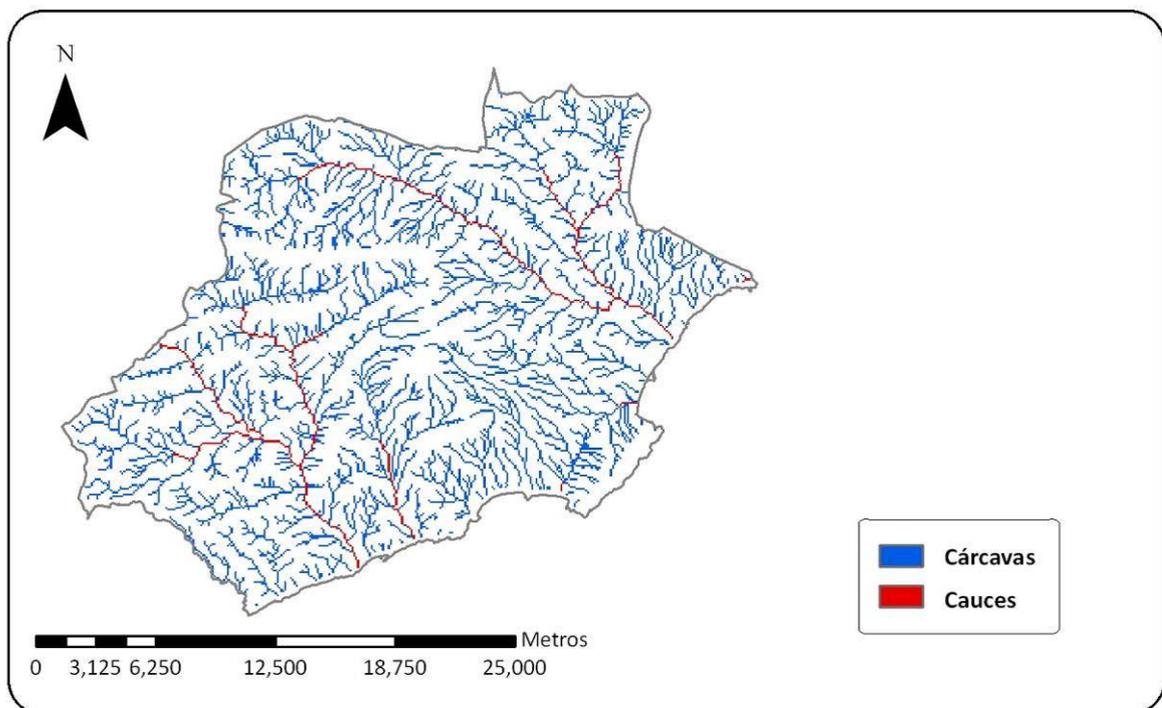
Los parámetros hidráulicos del suelo incluidos en el modelo TETIS son los siguientes:

- Capacidad de almacenamiento hídrico del suelo
- Conductividad hidráulica del suelo, horizontal (K_s) y vertical
- Conductividad hidráulica del sustrato del suelo, horizontal (K_p) y vertical
- Pérdidas subterráneas

- **Parámetros hidráulicos del suelo.** El modelo TETIS emplea diferentes parámetros geomorfológicos:
 - Área acumulada de la cuenca y caudal a sección llena:
 - Ancho de la sección transversal a sección llena y el caudal a sección llena:
 - Ancho de la sección transversal y el caudal:
 - Diámetro del sedimento, la pendiente y la profundidad del flujo:
 - Coeficiente de rugosidad y el diámetro del sedimento:

Los valores de estos coeficientes y exponentes se obtienen a través de un estudio geomorfológico regional para aquellas zonas que tienen características homogéneas, o bien a partir de valores medios recomendados.

Para ubicar el comienzo de las cárcavas se probaron diferentes áreas umbrales y se compararon de forma visual con el mapa de suelos, en el cual se especifican las zonas con cárcavas. De esta forma se determinó el área umbral para el interflujo (comienzo de las cárcavas) en 0.1 km². El área umbral par el flujo base (límite también entre cárcavas y cauces) se ha estimado en 15.00 km².



Mapa de la red de drenaje

2.3.3. ANÁLISIS DEL ESTADO DE HUMEDAD INICIAL

Las tormentas sintéticas son tormentas individuales, por lo que no queda determinada la condición de humedad inicial, fundamental en la producción de escorrentía. Para ello, se ha recurrido a una simulación continua a escala diaria, de tal forma que sea posible un análisis estadístico de la condición inicial en los episodios de crecida en la comarca.

El modelo TETIS calibrado con resolución temporal diaria, en el sitio correspondiente a la estación SAIH de Guadalest, se ha utilizado para simular la escorrentía generada en las cuenca del río Algar y del río Amadorio, con base en la serie histórica de registros de precipitación disponibles en las estaciones de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), con una longitud total de 57 años.

De este modo se busca:

- Inferir una ley de correspondencia "a priori" entre los caudales más altos obtenidos en la simulación de la serie histórica diaria y los valores más frecuentes (moda) de la humedad antecedente que ha precedido dichos eventos
- Identificar si existen varios estados probables de humedad antecedente previos a la ocurrencia de eventos considerables.

Dada la distribución de los estados de humedad antecedentes a los eventos de lluvia, se han determinado tres estados de humedad del suelo antecedente a un evento de crecida y característicos de la zona, que se utilizarán como punto de partida para la simulación de escenarios hidrológicos en el siguiente capítulo. Cada estado de humedad inicial está caracterizado por un determinado valor de la variable de estado "almacenamiento estático", expresada en términos de porcentaje del almacenamiento estático máximo promedio areal, y por una probabilidad de ocurrencia. Se ha elegido como valor representativo del estado de humedad el límite superior del intervalo.

Los tres estados de humedad inicial elegidos son:

- **Estado seco:** se refiere a un estado de humedad igual al 10% del almacenamiento estático máximo promedio, representativo de las clases de humedad de 0 a 20%, con una probabilidad de presentación de 0,32 (cuenca del Algar) a 0,45 (cuenca del Amadorio).
- **Estado intermedio:** se refiere a un estado de humedad igual al 40% del almacenamiento estático máximo promedio, representativo de las clases de humedad de 20 a 60%, con una probabilidad de presentación de 0,29 (cuenca del Algar) a 0,37 (cuenca del Amadorio).

- **Estado húmedo:** se refiere a un estado de humedad igual al 80% del almacenamiento estático máximo promedio, representativo de las clases de humedad de 60 a 80%, con una probabilidad de presentación de 0,17 (cuenca del Amadorio) a 0,40 (cuenca del Algar).

Como se puede observar, la diferencia en la distribución estadística de los estados de humedad del suelo en las dos cuencas es significativamente distinta. Aunque los tres estados de humedad representativos sean los mismos en ambos casos (10%, 40% y 80%), este efectos e refleja en unas probabilidades de presentación de dichos estados profundamente diferentes.

Ya que no todos los puntos de simulación de la comarca están incluidos en las dos cuencas del río Algar y del río Amadorio, se ha decidido dividir la comarca en dos zonas, trazando una línea que sigue la divisoria entre las dos cuencas y acaba en la costa en la zona de la Sierra Helada, entre los territorios municipales de Alfaz del Pi y Benidorm

2.3.4. SIMULACIÓN HIDROLÓGICA

Se han generado 368 eventos sintéticos por el modelo RAINGEN que, en combinación con el modelo TETIS que ha sido calibrado y validado satisfactoriamente en las cuencas de la comarca, permite simular el comportamiento hidrológico en la zona de estudio para cada uno de estos episodios sintéticos con el objeto de obtener los hidrogramas correspondientes en los diferentes puntos de interés en la cuenca.

Con el fin de proporcionar a los modelos hidráulicos unas condiciones de contorno adecuadas, se han elegido por cada zona de inundación varios eventos de avenida de distinta magnitud, con periodos de retorno iguales a 10, 25, 50, 100 y 500 años, con el fin de utilizar los hidrogramas correspondientes a dichos eventos como condiciones de contorno en los puntos de entrada de los modelos hidráulicos.

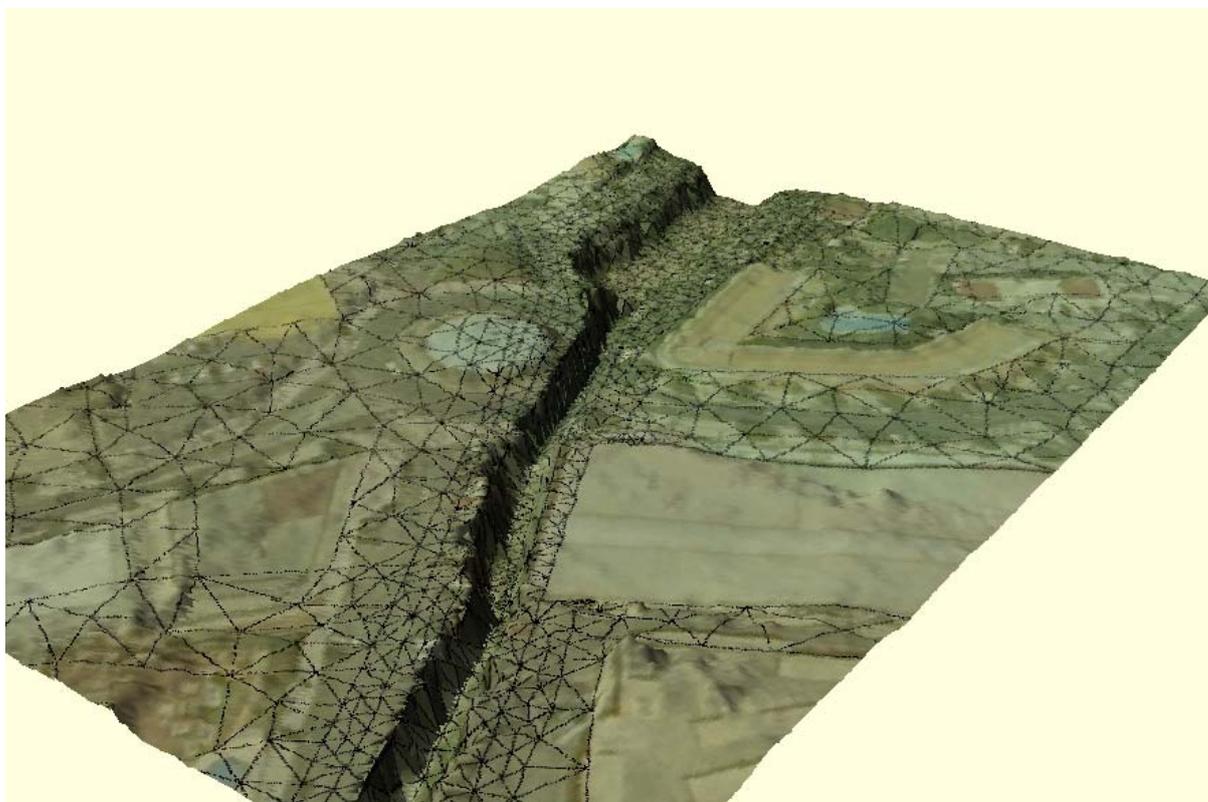
Puesto que el concepto de periodo de retorno sólo se puede asociar a una variable escalar, como por ejemplo el caudal pico, se asume que el periodo de retorno de un determinado evento en una determinada zona de inundación se corresponde al periodo de retorno del caudal máximo provocado por el mismo evento en un punto de control, situado habitualmente aguas abajo de la zona de inundación. Para las zonas de inundación que vierten al mar, se considera como punto de control la desembocadura del curso de agua principal.

Se han elegido cinco eventos por cada zona de inundación, cuyo periodo de retorno en el punto de control coincide con los cinco periodos de retorno considerados (10, 25, 50, 100 y 500 años). En el caso en que una zona de inundación tenga más de un punto de control (es el caso de las zonas de inundación que incluyen más de un curso de agua), se busca un evento que tenga el mismo periodo de retorno en todos los puntos de control.

2.3.5. SIMULACIÓN HIDRÁULICA

Para la simulación hidráulica se elaboró previamente un modelo digital del terreno a partir de un vuelo con tecnología LIDAR. Una vez procesado este vuelo se definió un polígono de simulación en el que se depuraron los polígonos de los edificios y se generaron las líneas de rotura para una mejor definición del terreno. Se incluyó también una franja de costa sobre la que se realizó batimetría, para tener en cuenta la condición de contorno correspondiente a las mareas. Por último se modelizaron las estructuras de paso y se aplicaron coeficiente de pérdidas de carga y rugosidades a los diferentes tramos.

Una vez elaborado el modelo se aplicó el modelo de simulación hidráulica bidimensional Infoworks2D



Visualización 3D del modelo digital del terreno utilizado

De cara a la elección de los hidrogramas a utilizar en la modelación hidráulica, cabe destacar que no existe un solo hidrograma de diseño, como suele ocurrir cuando se emplea una de las metodologías clásicas de modelación hidrológica, que proporcionan un solo hidrograma "representativo" de un periodo de retorno. Ya que solo se puede asignar un periodo de retorno a una variable escalar (en este caso el caudal pico), es altamente probable que se puedan generar hidrogramas muy distintos en términos de volumen, tiempo al pico y duración, pero con el mismo periodo de retorno. Por esta razón, la metodología empleada proporciona una gran cantidad de hidrogramas de distintas formas y periodos de retorno por cada punto de simulación.

Para seleccionar un evento de inundación a utilizar como condición de contorno en la modelación hidráulica se han empleado los siguientes criterios:

- Un hidrograma se caracteriza principalmente por su caudal pico, su volumen, su tiempo al pico y su duración. En el caso de estudio de la Marina, la característica más importante es sin duda el caudal pico, dada la particular geomorfología de las zonas inundables.
- Se seleccionan eventos que tengan un periodo de retorno de 10, 25, 50, 100 y 500 años en el punto de control de la zona de simulación, que suele ser la desembocadura del curso de agua principal, en el caso de zonas de inundación costeras, o, en general, el punto con la mayor área drenada de la zona de simulación.
- En el caso de una zona de simulación con varios cursos de agua independientes entre si, se utilizan tantos puntos de control cuantos son los cursos de agua; se seleccionan eventos para los periodos de retorno indicados arriba en cada uno de los puntos de control (en algunos casos, el mismo evento puede tener el mismo periodo de retorno en más de un curso de agua).
- Para comprobar que la variable más importante sea el caudal pico, y que la variación de forma del hidrograma no provoca cambios relevantes en la propagación de la inundación, se simulan dos eventos de periodo de retorno 100 años con características distintas (distinto número de picos, distinta duración, distinto volumen, ...). Se ha observado que los cambios son mínimos y no relevantes de cara a los objetivos del presente estudio.

Como condición inicial del río y de todo el ámbito de modelación se consideró que el terreno estaba seco. Solo en el caso de que uno de los contornos del modelo estuviera limitado por el mar se consideró como condición inicial y de contorno el nivel de marea asociado a diferentes periodos de retorno.

Los resultados de las simulaciones no tuvieron en cuenta la lluvia propia dentro del ámbito del modelo.

Como resultado se obtuvieron los hidrogramas correspondientes a los eventos de avenidas asociadas a cada uno de los periodos de retorno considerados, los cuales sirvieron de entrada al modelo hidráulico.

Por último, las salidas del modelo fueron las planas de inundación representadas gráficamente con códigos de colores según el calado producido por las avenidas correspondientes a los periodos de retorno considerados.

2.3.6. ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN ESTUDIOS HIDROLÓGICOS DE CRECIDAS

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 1992 (CMNUCC), define el cambio climático como: “Cambio del clima atribuido directa o indirectamente a actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial, y que viene a añadirse a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”.

Las variaciones del clima tienen importantes consecuencias en los sistemas hídricos. La necesidad de adaptarse a un futuro incierto y las posibles implicaciones ecológicas, sociales, económicas y políticas de tales cambios ambientales han suscitado no solamente el interés de la comunidad científica, sino también la preocupación de los representantes políticos y las administraciones (CLIVAR, 2010).

La modelización hidrológica utiliza el pasado hidrológico para establecer una guía en la toma de decisiones. La creciente preocupación por los efectos del cambio climático en relación con la gestión de los recursos hídricos, ha provocado que los registros de las condiciones hidrológicas pasadas no se consideren una guía fiable para el futuro. Sin embargo, a pesar de ser necesaria la planificación de la gestión de los sistemas hidrológicos en la actualidad para mitigar los posibles efectos futuros del cambio climático, y siendo la zona mediterránea constituye una de las regiones más susceptibles a los posibles impactos del cambio climático, las previsiones tienen todavía un alto grado de incertidumbre (Parry et al., 2007).

El Resumen para responsables de políticas del 4IE del Grupo de Trabajo I concluyó que es probable que a finales del siglo XX haya aumentado la frecuencia de episodios de precipitación intensa en la mayoría de las áreas, afectando al riesgo de crecidas repentinas y de inundaciones en núcleos urbanos, y que es más probable que improbable que haya habido una contribución humana a esa tendencia.

La forma de abordar los estudios a futuro es mediante escenarios. Los escenarios de cambio climático son futuros múltiples, posibles y plausibles; no son predicciones sino relatos alternativos de cómo puede evolucionar en el futuro el entorno general o global que permiten explorar diferentes hipótesis. Estos deben acotarse en unos rangos racionales y serán la forma de analizar las posibles situaciones de futuro, desde la más favorable hasta la más desfavorable. La finalidad última de estos estudios es prepararse para esos posibles futuros y adecuar la gestión que el ser humano hace del entorno natural. Según el IPCC los escenarios climatológicos son descripciones coherentes y consistentes de cómo el sistema climático de la Tierra puede cambiar en el futuro. Sin embargo se plantean diferentes problemas a la hora de abordar la generación de escenarios pues las previsiones se basan en la información histórica y, al cambiar los factores externos, el comportamiento no tiene por qué ser igual que en el pasado.

Generalmente, los modelos climatológicos tienen como dato de entrada los escenarios de los modelos de emisiones y proporcionan resultados traducidos a variables climáticas. En modelos climáticos de circulación global (MCG) no hay un alto grado de detalle, por lo que surge la necesidad de desarrollar

modelos climáticos regionales (MCR) que detallen los resultados en zonas más concretas (bajada de escala). A partir de estos resultados se pueden evaluar, mediante modelos hidrológicos cambios medios en los recursos hídricos naturales.

El MCG que mejor representa las condiciones climáticas globales actuales es el HadCM3. Este modelo ha sido elegido por la mayor parte de los especialistas en el tema porque ofrece unos resultados del clima actual que son los que, en general, más se asemejan a las observaciones en el hemisferio norte. Más recientemente han surgido otros modelos como CGMC2, ECHAM4, etc., también utilizados para el caso concreto de la Península Ibérica, si bien no ha dejado de utilizarse el HadCM3. Sin embargo, para responder a las preguntas que la posibilidad de un cambio climático plantea se requieren resoluciones temporales y espaciales cada vez más detalladas, así como información sobre un mayor número de variables, razón por la cual se están desarrollando los MCR.

Los MCR son considerados como la técnica más prometedora para realizar proyecciones realistas de cambio climático a escala regional (Gallardo et al., 2001, Sánchez et al., 2004). Los MCR son esencialmente similares al módulo atmosférico de cualquier modelo de circulación global, pero se aplican a un área limitada del globo con más resolución. El modelo de clima regional PROMES fue desarrollado por el grupo de Modelización para el Medio Ambiente y el Clima (MOMAC) del Instituto de Ciencias Ambientales de la Universidad de Castilla-La Mancha en Toledo. El objetivo básico del PROMES es generar los escenarios climáticos necesarios para realizar estudios sobre los efectos del cambio climáticos en diversas áreas, como pueden ser los recursos hídricos o cualquier otra área específica. Estos escenarios climáticos futuros han sido obtenidos por el Instituto Nacional de Meteorología y por el modelo PROMES (Gallardo et al. 2001) de la Universidad Castilla de la Mancha. Recientemente se han utilizado los escenarios del Modelo Regional de Clima PROMES para el estudio de eventos climáticos extremos en el Mediterráneo (Sánchez et al., 2004).

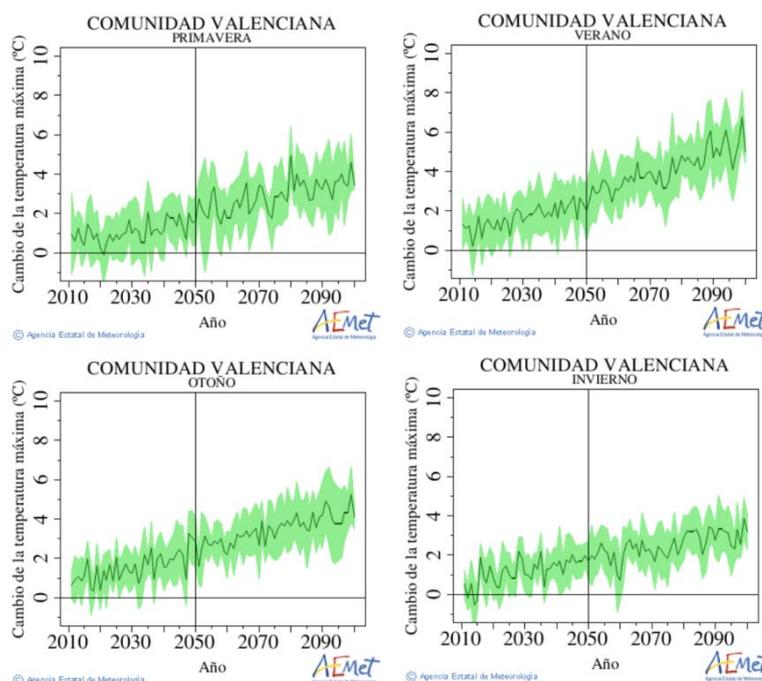
Más recientemente, se ha vuelto a utilizar la metodología de bajada de escala con técnicas estadísticas dadas las dificultades asociadas a los requerimientos de computación de las modelizaciones a escalas espaciales reducidas. En el año 2009, la AEMET ha generado escenarios regionalizados de cambio climático de las dos variables meteorológicas principales, temperatura y precipitación, a escala temporal diaria y con una resolución espacial de 20 km para toda España. A pesar del enorme esfuerzo realizado, actualmente el número de proyecciones presentadas es todavía bastante modesto como para representar fiablemente las incertidumbres que afectan a las proyecciones de cambio climático; y además no llevan asignadas probabilidades. La falta de coincidencia entre los resultados de las diferentes proyecciones para la zona de estudio se asocia todavía con una alta incertidumbre y, por lo tanto, con estimaciones de poca fiabilidad.

2.3.6.1. CAMBIOS EN TEMPERATURAS MEDIAS

Durante el último siglo se ha observado un incremento de 0,5° C en la temperatura media del planeta. Los escenarios del cuarto informe de proyecciones futuras comparadas con la historia reciente del IPCC (Parry et al., 2007) prevén un incremento medio en la temperatura de la Tierra durante los próximos años entre 0,5 y 4° C para el 2100. Lo más habitual es que los cambios en el clima se hagan en referencia a un periodo de tiempo, y el clima estándar de referencia es el tomado entre 1961 y 1990; extrapolando este intervalo y variando diferentes parámetros y se obtienen los escenarios. Los escenarios más optimistas estiman el incremento de temperatura en los siguientes 100 años como el mismo incremento registrado desde que hay medidas instrumentales; los más pesimistas sin embargo consideran que este incremento puede ser hasta 8 veces mayor (0,5 – 4° C).

En el Programa Nacional sobre el Clima (MOPTMA, 1994), elaborado por la Comisión Nacional del Clima, se analizan los resultados que proporcionan los modelos de circulación general para España. La evolución más probable del clima peninsular español, se sintetiza en un aumento de temperatura media anual que oscilaría entre 1 y 4° C, siendo ligeramente mayores esos aumentos en verano.

Según los escenarios regionalizados de la AEMET, todos los escenarios indican un patrón de incremento generalizado de las temperaturas diarias para el centenario, que casi con toda seguridad superará los 5°C a finales del mismo en la estación estival y alcanzará los entre los 2 y 4°C en la estación invernal en términos de temperaturas máximas. En las gráficas mostradas a continuación, los cambios esperados en temperatura están referidos al periodo de referencia 1961-1990.



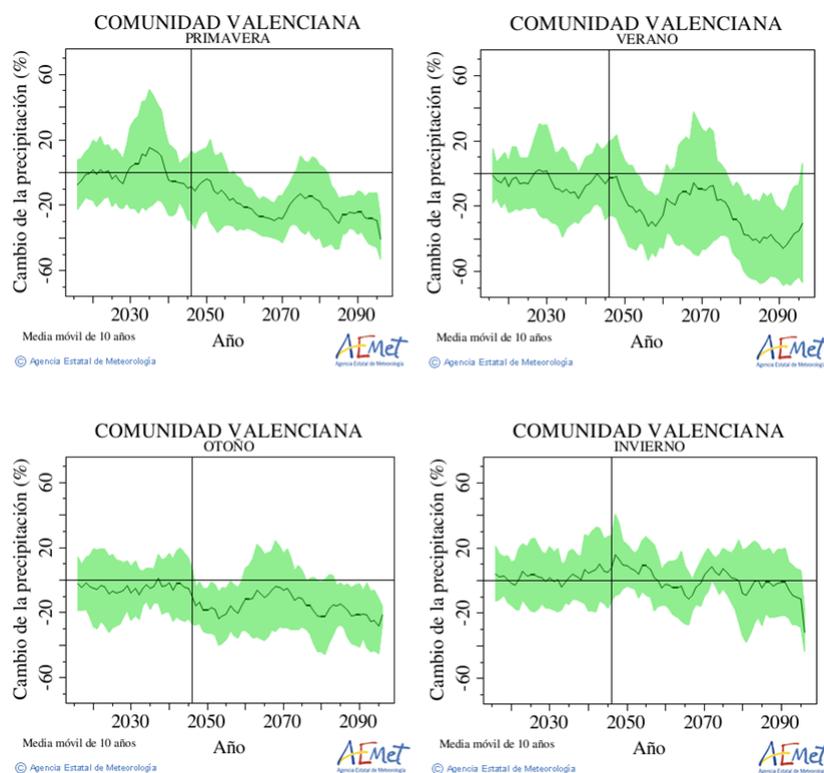
Cambios (°C) de la temperatura máxima en la Comunidad Valenciana, para las diferentes estaciones del año.
Fuente: Agencia Estatal de Meteorología (http://www.aemet.es/es/elclima/cambio_climat/proyecciones)

2.3.6.2. CAMBIOS EN PRECIPITACIONES MEDIAS

Además de la temperatura, existen otros cambios como la presión atmosférica, los vientos, la humedad, siendo uno de los más importantes la Precipitación. En cuanto al régimen de precipitaciones hay aún bastante variabilidad entre los resultados de los diferentes modelos aunque por lo general parece que, entre 2090 y 2099, se incrementarán las precipitaciones en los Polos y el Ecuador y se volverán más áridas las zonas de los trópicos.

Según el Programa Nacional sobre el Clima (MOPTMA, 1994), se esperan descensos generales de los valores de la precipitación media anual comprendidos entre el 5% y el 15%. Se estima una tendencia hacia una concentración temporal de la precipitación, así como a una mayor variabilidad anual e interanual, lo que implicaría un aumento de los períodos secos y una mayor torrencialidad de las precipitaciones.

Según los escenarios regionalizados de la AEMET no se puede hablar de un patrón de descenso generalizado de las precipitaciones diarias para el centenario, pudiéndose observar en la imagen siguiente tanto la variabilidad anual y estacional de las mismas como las amplias bandas de incertidumbre. En las gráficas que se presentan, los cambios esperados en precipitación se refieren al periodo de referencia 1961-1990.



Cambios (%) de la precipitación en la Comunidad Valenciana, para las diferentes estaciones del año.
Fuente: Agencia Estatal de Meteorología (http://www.aemet.es/es/elclima/cambio_climat/proyecciones)

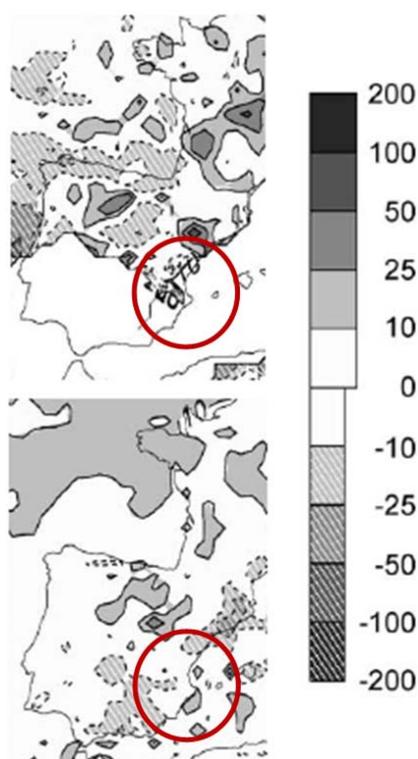
2.3.6.3. CAMBIOS EN PRECIPITACIONES MÁXIMAS INSTANTÁNEAS

Aunque la mayoría de los estudios de cambio climático se han centrado en la descripción de los valores medios de las variables climáticas, los cambios en la variabilidad del clima y los extremos de eventos meteorológicos y climáticos han recibido una atención creciente a lo largo de los últimos años.

Estudios teóricos y de modelización del clima sugieren que, en un clima cada vez más cálido, se esperaría un incremento de las precipitaciones extremas respecto de su valor medio. De hecho, se han observado aumentos estadísticamente importantes en la frecuencia de precipitación intensa en toda Europa, siendo más notables durante la estación fría. Esta reflexión quedó patente en el VI documento técnico del IPCC "El Cambio Climático y el Agua" (Bates et al., 2008), donde se establece que es muy probable que a lo largo del siglo XXI la precipitación se concentre en episodios más intensos, intercalados por periodos de menor precipitación más duraderos en entornos mediterráneos.

Si bien es cierto que la generación de los escenarios más recientes supone un avance importante tanto en resolución espacial como temporal respecto a escenarios disponibles previos (proyectos Prudence y Ensembles), no se dispone todavía de escenarios de precipitación máxima instantánea o de variabilidad en la intensidad de las mismas, imprescindibles para analizar los posibles impactos del cambio climático en estudios de las crecidas.

En el año 2004, Sánchez et al., emplearon índices sugeridos en el Proyecto Europeo STARDEX que habían sido analizados y justificados (Folland et al., 1999), para proponer una primera aproximación sobre la variabilidad futura esperada en eventos climáticos extremos en el Mediterráneo. Basándose en las simulaciones realizadas mediante el modelo regional PROMES, consideraron eventos extremos de precipitación el percentil 90 de precipitación diaria de los días de lluvia (considerando como tales los que tuvieran una precipitación mayor de 1mm). Los resultados de este estudio muestran como para la zona concreta de la Marina Alta/Baja no se espera que se produzcan incrementos o descensos graves en la lluvia de eventos extremos en el escenario A2 durante el periodo 2070-2100, situándose la banda de incertidumbre para esta zona entre el 10% y el -10% de incremento del percentil 90 de precipitación diaria respecto al periodo de referencia (1960-1990).



Cambios (%) del percentil 90 de la precipitación diaria entre el escenario A2 y el periodo de referencia ((A2-control)/control). Arriba para la estación estival; abajo para la estación invernal.

Fuente: E. Sánchez et al., *Global and Planetary Change* 44(2004) p.176

El IPCC ha definido una serie de indicadores anuales de precipitación extrema (Sillman y Roeckner, 2008; Herrera et al., 2010). Entre ellos se incluyen los siguientes:

- **Cdd**: número de días secos consecutivos (<1 mm) day
- **Cwd**: número de días húmedos consecutivos (>1 mm) day
- **rx1day**: precipitación máxima en 1 día mm
- **rx5day**: precipitación máxima en 5 días mm
- **r10**: número de días con precipitación superior a 10 mm/d
- **r20**: número de días con precipitación superior a 20 mm/d
- **r95p**: porcentaje sobre el total de precipitación de los eventos sobre el percentil 95

Sin embargo, todos ellos son calculados a partir de las precipitaciones diarias obtenidas a partir de los escenarios de cambio climático. Los datos diarios de precipitación del periodo de referencia son escalados multiplicativamente de tal modo que la precipitación futura corresponde a la precipitación observada en el periodo de referencia multiplicada por la relación entre la precipitación modelada para el futuro y el periodo de referencia (Lehner et al., 2006, Herrera et al., 2010). De este modo, no se introduce una variabilidad en el régimen de precipitaciones más allá de la escala en la que están definidos los escenarios de cambio climático.

2.3.6.4. CAMBIOS EN ESTADO DE HUMEDAD INICIAL

En el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX (CEDEX, 1998) se desarrolló un estudio hidrológico de diferentes escenarios de cambio climático que ha sido renombrado con frecuencia en posteriores estudios. En éste se utilizaron tres tipos de escenarios climáticos: escenarios sintéticos con incremento de las temperaturas en +1, +2° C y cambios porcentuales de la precipitación y escenarios climáticos a partir del modelo de circulación general océano-atmósfera HadCM2 (Hadley Centre for Climate Prediction and Research). Las simulaciones hidrológicas se realizaron mediante el empleo del modelo SIMPA (Sistema Integrado para la Modelización de la Precipitación-Aportación), arrojando resultados que preveían un descenso porcentual de las aportaciones entre -9% y -20% para la Cuenca Hidrográfica del Júcar. Estos resultados indican que es más probable que improbable que la humedad del suelo se vea reducida, contribuyendo a un menor impacto de los eventos de crecida.

Estudios más recientes, como el realizado por Lehener et al., en 2006 indican que la zona de estudio es más vulnerable a un incremento del periodo de retorno de los eventos de sequía que de crecidas. Sin ser consistentes los resultados arrojados por el análisis de los diferentes escenarios de incremento de la frecuencia de las crecidas extremas, si existe un mayor consenso en los resultados del análisis del descenso en el periodo de retorno de las sequías, por lo que a raíz de los mismos se espera que efectivamente los niveles de humedad inicial del suelo sean menores que en la situación actual.



Regiones críticas referidas a los descensos en los periodos de retorno de sequías (naranja), de crecidas extremas (azul) o de ambas (rojo). Fuente Lehner et al., Climatic Change 75 (2006) p. 295

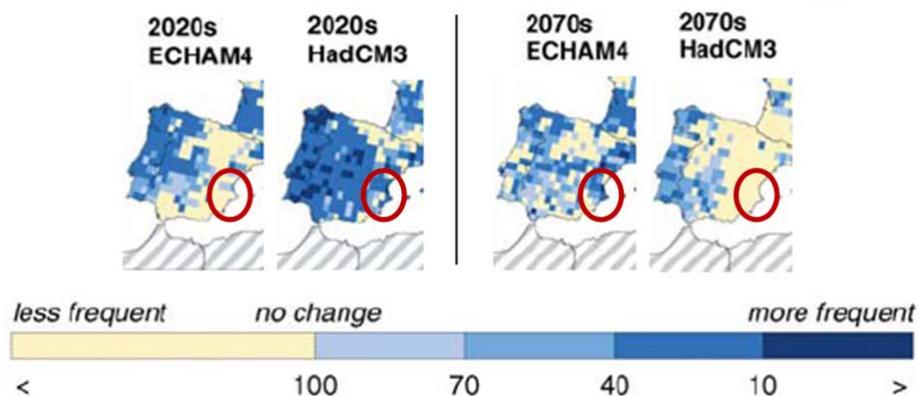
2.3.6.5. RESULTADOS PUBLICADOS SOBRE CAMBIOS EN EL RÉGIMEN DE CRECIDAS

En el año 2006, Lehener et al. Realizaron un estudio del impacto del cambio climático en los riesgos de avenida mediante el análisis de las variaciones en la frecuencia de las mismas, tomando como referencia un periodo de retorno de 100 años.

El análisis se llevó a cabo mediante el modelo distribuido WaterGAP, tomando como inputs las series de temperatura y precipitación correspondientes al periodo de referencia, corregidas aditiva y multiplicativamente, respectivamente, en función de los diferentes escenarios. Los resultados de las simulaciones se ajustaron a la distribución Log-Pearson III y se normalizaron con el factor "index-flood" que refleja el tamaño de la cuenca y las características de la precipitación caída y la escorrentía de cada cuenca hidrográfica (Maidment, 1993). Los resultados mostraron que el modelo igualmente infra-estimaba y sobre-estimaba las avenidas con periodo de retorno de 100 años en el periodo de referencia, siendo menores las diferencias en cuencas grandes.

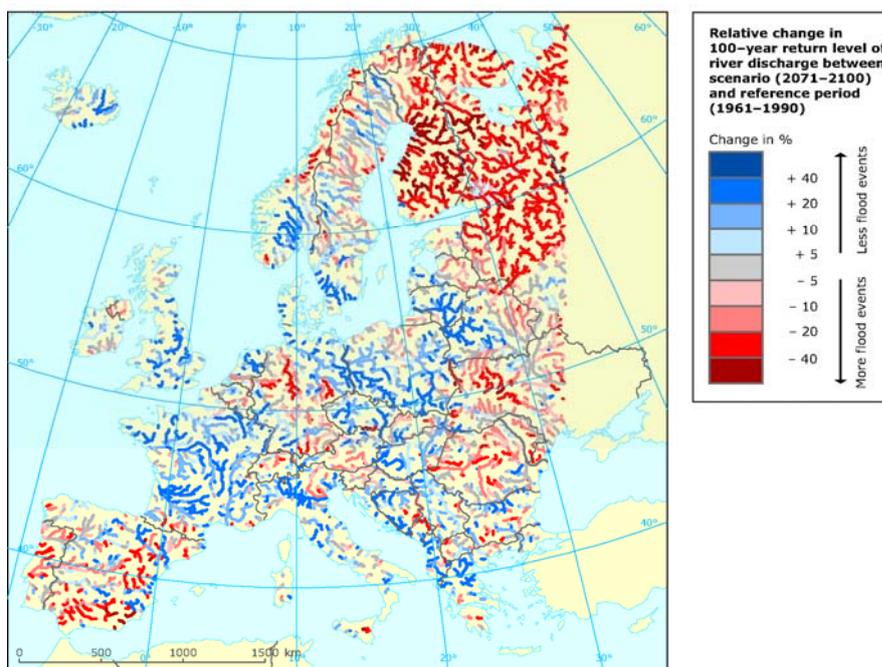
A pesar de la escasa fiabilidad de los resultados de este estudio para el caso concreto de la Marina Alta/Baja, se han revisado los resultados con la intención de adquirir una idea aproximada de las posibles variaciones en los periodos de retorno de grandes avenidas. Como se puede observar en la figura inferior, los resultados de los escenarios de cambio climático son contradictorios en la zona de estudio y entre sí para los diferentes periodos futuros analizados.

Así para el modelo ECHAM4 se observa como durante el primer periodo no se espera que disminuya el periodo de retorno para una avenida con periodo de retorno 100 años en el periodo de referencia, mientras que se simula un incremento en la frecuencia de esta avenida hasta un periodo de retorno de 40 años o menos para el periodo 2070-2080. Estos resultados contradicen totalmente lo simulado por el otro modelo HadCM3 para estos mismos periodos, esperándose un descenso del periodo de retorno a principios del centenario y una vuelta a la situación actual a finales del mismo.



Cambios en la recurrencia de avenida con periodo de retorno 100 años en el periodo de referencia (1961-1990) para el escenario A1B (IPCC, 2000) en los periodos 2020-2030 y 2070-2080. Fuente Lehner et al., Climatic Change 75 (2006) p. 289

En cualquier caso, en las conclusiones del estudio se observa como las zonas costeras del Este de la Península Ibérica muestran un descenso relativo cercano al 20% de los cambios en las avenidas con periodo de retorno de 100 años. Así, no se establece la mayor parte de la costa Mediterránea como una zona crítica frente al incremento de la frecuencia en las crecidas, más bien al contrario se espera que los eventos de crecida sean menos frecuentes (Lehner et al., 2006; Dankers and Feyen, 2008b.).



Simulaciones con LISFLOOD (HIRHAM-HadAM3H/HadCM3) basadas en el escenario SRES A2 del IPCC.
Fuente: Dankers and Feyen, 2008b.

2.3.6.6. APLICACIÓN A LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO

A modo de resumen de los puntos analizados anteriormente, podemos afirmar que:

1.- La ausencia de proyecciones de intensidad de precipitación en escenarios de cambio climático limita en la actualidad el análisis cuantitativo de los posibles cambios en avenidas con un periodo de retorno concreto.

2.- El incremento generalizado de las temperaturas, la posibilidad de un descenso de las precipitaciones, así como una mayor frecuencia y duración de los eventos de sequía previstos por los diferentes escenarios de cambio climático, hace que se espere un descenso considerable del estado de humedad inicial del suelo. Esto implica que frente a eventos de crecida futuros, existirá una cierta capacidad para amortiguar el hipotético incremento, no evidenciado para la zona de estudio, de los riesgos asociados a dichos eventos de crecida.

3.- La ausencia de homogeneidad en los resultados de los diferentes escenarios de cambio climático en la zona de estudio, impide que se pueda considerar que exista una fuente fiable de escenarios que

permita actualmente evaluar los efectos del cambio climático sobre los eventos de crecida y las áreas de inundación en el caso de estudio

Incluir el cambio climático en los estudios hidrológicos es necesario. Sin embargo, la necesidad de disponer de escenarios de futuros no está cubierta en la actualidad para la mayoría de los procesos que se están analizando, lo que se pone de manifiesto en los ejemplos previos. Dada la incertidumbre y la frecuente obtención de resultados en sentidos contrarios, se ha considerado que el esfuerzo necesario para elaborar un estudio detallado con las diferentes propuestas de escenarios, con contradicciones importantes para la zona de estudio, no está justificado. Es por estos motivos por los cuales estas labores no se han realizado en el marco del presente proyecto.

2.3.6.7. EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS MAREAS

El documento utilizado como referencia para este asunto es el Documento Técnico VI del Cuarto Informe de Evaluación del Cambio Climático (4IE) del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), la máxima autoridad mundial en el ámbito de estudio del cambio climático, que analiza en este informe, entre otras variables medioambientales, también las posibles modificaciones del nivel del mar provocadas por el cambio climático.

En este apartado se analizarán los cambios del nivel del mar observados en las últimas décadas, se resumirán las conclusiones de los análisis de escenarios futuros elaborados por el IPCC, y se ilustrarán algunas conclusiones de cara al presente estudio

Según el documento del IPCC, el promedio mundial del nivel del mar ha ido aumentando y, con un alto grado de confianza, la rapidez de ese aumento se ha incrementado entre mediados del siglo XIX y mediados del siglo XX. El aumento fue de $1,7 \pm 0,5$ mm/año durante el siglo XX, de $1,8 \pm 0,5$ mm/año durante 1961-2003, y de $3,1 \pm 0,7$ mm/año entre 1993 y 2003. Se desconoce si el valor más alto registrado en 1993-2003 se debe a la variabilidad decenal o a una intensificación de la tendencia a largo plazo. En términos espaciales, el cambio es muy poco uniforme; por ejemplo, durante 1993- 2003 el ritmo de aumento fue en algunas regiones varias veces superior al promedio mundial, mientras que en otras los niveles del mar descendieron.

Hay incertidumbres en la estimación de las contribuciones al cambio del nivel del mar a largo plazo. En el periodo 1993-2003, la contribución de la dilatación térmica ($1,6 \pm 0,5$ mm/año), de la pérdida de masa de glaciares y casquetes de hielo ($0,77 \pm 0,22$ mm/año) y de la pérdida de masa de los casquetes de hielo de Groenlandia ($0,21 \pm 0,07$ mm/año) y de la Antártida ($0,21 \pm 0,35$ mm/año) ascendió en total a $2,8 \pm 0,7$ mm/año. En ese periodo, la suma de estas contribuciones concuerda con el aumento del nivel del mar observado directamente y anteriormente señalado, dentro del margen de incertidumbre de las observaciones. En el periodo 1961-2003, que fue más largo, se estima que la suma de las contribuciones climáticas es

menor que el aumento observado total del nivel del mar, aunque el sistema de observación era menos fiable antes de 1993. En ambos periodos, la contribución estimada de la dilatación térmica y de los glaciares y casquetes de hielo fue superior a la contribución de los mantos de hielo de Groenlandia y de la región antártica. La magnitud del error respecto de la región antártica indica que no es posible determinar si esa región ha contribuido en términos negativos o positivos al nivel del mar.

Los aumentos de nivel del mar concuerdan con el calentamiento, y diversos estudios de modelización sugieren que, en conjunto, es muy probable que la respuesta al forzamiento antropógeno haya contribuido al aumento del nivel del mar durante la última mitad del siglo XX; con todo, la incertidumbre de las observaciones y la carencia de estudios adecuados hacen que sea difícil cuantificar la contribución antropógena.

El aumento del nivel del mar podría afectar a las regiones costeras, aunque su atribución no está todavía clara. El aumento mundial experimentado desde 1975 por los valores extremos del nivel del agua está relacionado tanto con el aumento medio del nivel del mar como con la variabilidad climática interdecenal en gran escala. (Woodworth and Blackman, 2004).

Según el documento del IPCC, el promedio mundial del nivel del mar ha ido aumentando y, con un alto grado de confianza, la rapidez de ese aumento se ha incrementado entre mediados del siglo XIX y mediados del siglo XX. El aumento fue de $1,7 \pm 0,5$ mm/año durante el siglo XX, de $1,8 \pm 0,5$ mm/año durante 1961-2003, y de $3,1 \pm 0,7$ mm/año entre 1993 y 2003. Se desconoce si el valor más alto registrado en 1993-2003 se debe a la variabilidad decenal o a una intensificación de la tendencia a largo plazo. En términos espaciales, el cambio es muy poco uniforme; por ejemplo, durante 1993- 2003 el ritmo de aumento fue en algunas regiones varias veces superior al promedio mundial, mientras que en otras los niveles del mar descendieron.

Hay incertidumbres en la estimación de las contribuciones al cambio del nivel del mar a largo plazo. En el periodo 1993-2003, la contribución de la dilatación térmica ($1,6 \pm 0,5$ mm/año), de la pérdida de masa de glaciares y casquetes de hielo ($0,77 \pm 0,22$ mm/año) y de la pérdida de masa de los casquetes de hielo de Groenlandia ($0,21 \pm 0,07$ mm/año) y de la Antártida ($0,21 \pm 0,35$ mm/año) ascendió en total a $2,8 \pm 0,7$ mm/año. En ese periodo, la suma de estas contribuciones concuerda con el aumento del nivel del mar observado directamente y anteriormente señalado, dentro del margen de incertidumbre de las observaciones. En el periodo 1961-2003, que fue más largo, se estima que la suma de las contribuciones climáticas es menor que el aumento observado total del nivel del mar, aunque el sistema de observación era menos fiable antes de 1993. En ambos periodos, la contribución estimada de la dilatación térmica y de los glaciares y casquetes de hielo fue superior a la contribución de los mantos de hielo de Groenlandia y de la región antártica. La magnitud del error respecto de la región antártica indica que no es posible determinar si esa región ha contribuido en términos negativos o positivos al nivel del mar.

Los aumentos de nivel del mar concuerdan con el calentamiento, y diversos estudios de modelización sugieren que, en conjunto, es muy probable que la respuesta al forzamiento antropógeno haya contribuido al aumento del nivel del mar durante la última mitad del siglo XX; con todo, la incertidumbre de las observaciones y la carencia de estudios adecuados hacen que sea difícil cuantificar la contribución antropógena.

El aumento del nivel del mar podría afectar a las regiones costeras, aunque su atribución no está todavía clara. El aumento mundial experimentado desde 1975 por los valores extremos del nivel del agua está relacionado tanto con el aumento medio del nivel del mar como con la variabilidad climática interdecenal en gran escala. (Woodworth and Blackman, 2004).

Los conocimientos actuales acerca de algunos efectos importantes que originan el aumento del nivel del mar son demasiado limitados, por lo que en el 4IE no se evalúa la verosimilitud ni se ofrece una estimación más idónea o una cota superior respecto al aumento del nivel del mar. Las proyecciones no incluyen ni las incertidumbres de los retroefectos del ciclo clima-carbono ni el efecto conjunto de los cambios en el flujo del manto de hielo; por ello, los valores superiores de esos intervalos de valores no deben considerarse como cotas superiores del aumento del nivel del mar. Las proyecciones de los modelos respecto al aumento medio mundial del nivel del mar entre finales del siglo XX (1980-1999) y el final del presente siglo (2090-2099) son del orden de 0,18 a 0,59 m, en base a la dispersión de los resultados de los MGCAO y a diferentes escenarios IE-EE, aunque excluyendo las incertidumbres anteriormente indicadas.

En todos los escenarios de referencia IE-EE, excepto en el B1, es muy probable que la tasa promedia de aumento del nivel del mar durante el siglo XXI supere la tasa media registrada en 1961-2003 ($1,8 \pm 0,5$ mm/año). La dilatación térmica es el componente más importante, con una contribución del 70-75% de la estimación central de estas proyecciones respecto de todos los escenarios. Los glaciares, los casquetes de hielo y el manto de hielo de Groenlandia contribuirían también positivamente al aumento del nivel del mar. Los MCG indican que, en conjunto, cambios serían posibles en Groenlandia a una escala temporal de milenios pero, dado que no se conocen todavía a fondo los procesos dinámicos del flujo del hielo en ambos mantos de hielo, no cabe excluir un aumento más rápido del nivel del mar a una escala temporal de siglos.

Después de analizar la situación actual y las previsiones futura, se pueden resumir algunas conclusiones, de cara a la modelación hidráulica de las zonas inundables de la Marina Baja. Como se ha podido comprobar, la tendencia de cambio es claramente hacia un aumento de nivel del mar, aunque la fuerte incertidumbre y la ausencia de proyecciones fiables hacen que sea muy difícil cuantificar este incremento, de cara a su aplicación a la modelación hidráulica. En general, no existen estudios que asignen un valor de incremento del nivel para la zona de estudio, ya que todos los valores proporcionados se refieren a una genérica alteración a escala mundial, y los estudios existentes están, a veces, en desacuerdo entre sí.

Si se analizan, además, los valores proporcionados por los escenarios analizados, se puede observar que las modificaciones en el medio plazo son relativamente pequeñas, del orden de algunos centímetros o decenas de centímetros. Una tan ligera modificación en la condición de contorno de los modelos hidráulicos costeros no supondría ningún cambio en la dinámica de propagación de la inundación.

A pesar de la importancia de un análisis exhaustivo de los efectos del cambio climático sobre el nivel medio del mar en el marco de un estudio de inundabilidad, se puede concluir que, dada la fuerte incertidumbre existente en los datos de partida y en los modelos utilizados, la escasa concordancia entre resultados de estudios diferentes, la falta de valores específicos para la zona de estudio y la magnitud reducida de las alteraciones prevista, no se justifica la elaboración de un estudio detallado de escenarios de cambio climático y modificación del nivel del mar.

2.3.7. DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL INICIAL

La Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) de planes y programas, regulada en la Ley 9/2006, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente, es el instrumento que permite integrar los aspectos ambientales en la toma de decisiones que se deriva de la puesta en marcha de los planes y programas. Los tres objetivos principales de la EAE son:

- a) Comparación de las posibles alternativas para alcanzar los objetivos del Plan, a través de los efectos ambientales de las diferentes alternativas. Elección de la alternativa propuesta tomando en consideración el análisis realizado.
- b) Propuesta de medidas preventivas y correctoras para la alternativa propuesta.
- c) Diseño de un sistema de seguimiento de cumplimiento y eficacia de las medidas adoptadas.

Este documento determina la amplitud y nivel de detalle del informe de sostenibilidad ambiental (ISA) que la Confederación Hidrográfica del Júcar elaboró en un proceso de retroalimentación con el propio diseño del Plan. Tras la información pública y consultas del ISA y de la versión preliminar del Plan se redactó la memoria ambiental de forma conjunta entre el Órgano promotor y el ambiental, la cual contenía las determinaciones finales que debían incorporarse al Plan.

La presentación del Documento de Inicio por parte del Órgano promotor, Confederación Hidrográfica del Júcar, al Órgano ambiental fue realizada con fecha 23 de marzo de 2010. Con fecha 17 de mayo de 2010 el Órgano ambiental solicita al Órgano promotor la subsanación de algunas carencias identificadas en el Documento de Inicio.

Posteriormente y con fecha 16 de agosto de 2010 el Órgano ambiental remitió solicitud de consultas a cuarenta y dos (42) Administraciones afectadas y público interesado identificados.

2.4. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

A continuación se procede a la exposición sucinta de los problemas detectados en cada una de las zonas:

2.4.1. ALFAZ DEL PÍ.

La zona comprende la confluencia de los barrancos Soler y Barranc del Riuet Sequet o Albir en el tramo final de desembocadura, conocido como Boulevard de Los Músicos. Ambos cauces está fuertemente antropizados. La zona más peligrosa es el tramo final del barranco del Albir o Riuet Sequet ya que la presión urbanística existente, la falta de encauzamiento que presenta el barranco y la ocupación de cauce en las inmediaciones de la desembocadura en el Boulevard (Hipermercado y Edificio Hotel) provocan una situación de riesgo alto, sobre todo por la existencia de viviendas en el entorno del cauce.

Otro punto conflictivo es el punto de cruce del Barranco Soler con la N-332. La deficiente capacidad de desagüe de la obra de paso, junto al aterramiento del cauce y un quiebro brusco en la alineación del barranco son parte del problema.

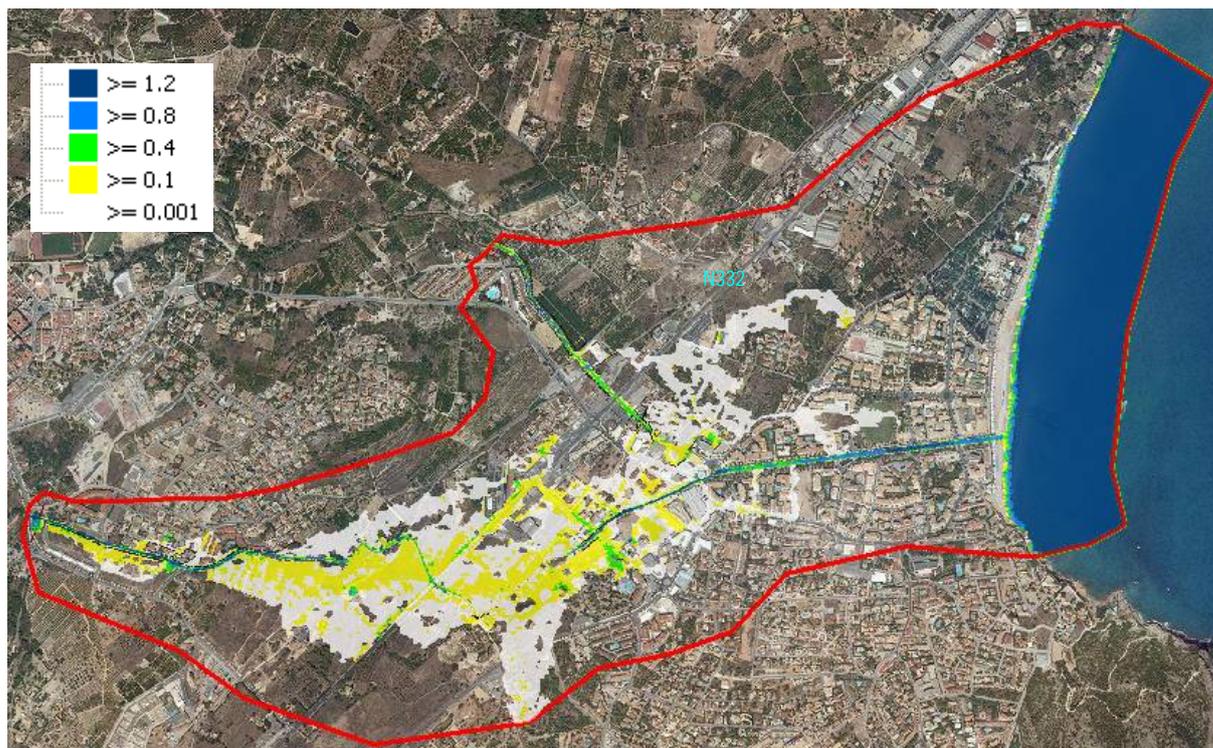
Por último, la confluencia de barrancos desemboca en el encauzamiento denominado Boulevard de los Músicos. La zona central del encauzamiento está ajardinada para uso lúdico. Los cruces con el viario urbano están bien resueltos, con pasos y puentes suficientes. A ambos márgenes dos colectores recogen las pluviales. No obstante, al desbordar el riuet Sequet, parte de los caudales penetra en el Boulevard por fuera de los colectores, al superarse la capacidad de éstos

En el episodio de octubre de 2007 se produjo el desbordamiento del cauce en varios puntos. El más grave se produjo aguas arriba del punto de cruce con la avenida del Albir, en la rotonda existente. La ocupación de cauce de este punto provoca un quiebro brusco en la alineación del cauce. Los muros del parking del hipermercado existente y del hotel próximo que impiden el desagüe del cauce provocaron la inundación aguas arriba de las viviendas próximas. Del mismo modo, se inundó parte de la Avenida del Albir, Camino viejo de Altea y zona ajardinada del Boulevard de los músicos. Puntualmente, se produjo la inundación de la línea de FFCC, debido a la poca capacidad de desagüe de la obra de cruce, actualmente en obras para su mejora. También se produjeron daños en el entorno del cruce del barranco Soler bajo la N332, con afección a la estación de bombeo.

En los siguientes apartados se describen los resultados de las simulaciones realizadas para los períodos de retorno de 10, 100 y 500 años.

T10

En la siguiente figura se puede observar la envolvente de calados máximos en toda la extensión del modelo. Para períodos de retorno de 10 años se producen desbordamientos por la parte alta del Riuet Seguet, la capacidad del cauce no es suficiente para estos caudales. La desembocadura del río si tiene capacidad para desaguar estos caudales, pero los desbordamientos generados aguas arriba producen inundaciones en zonas urbanas y afecciones a la carretera nacional N332.

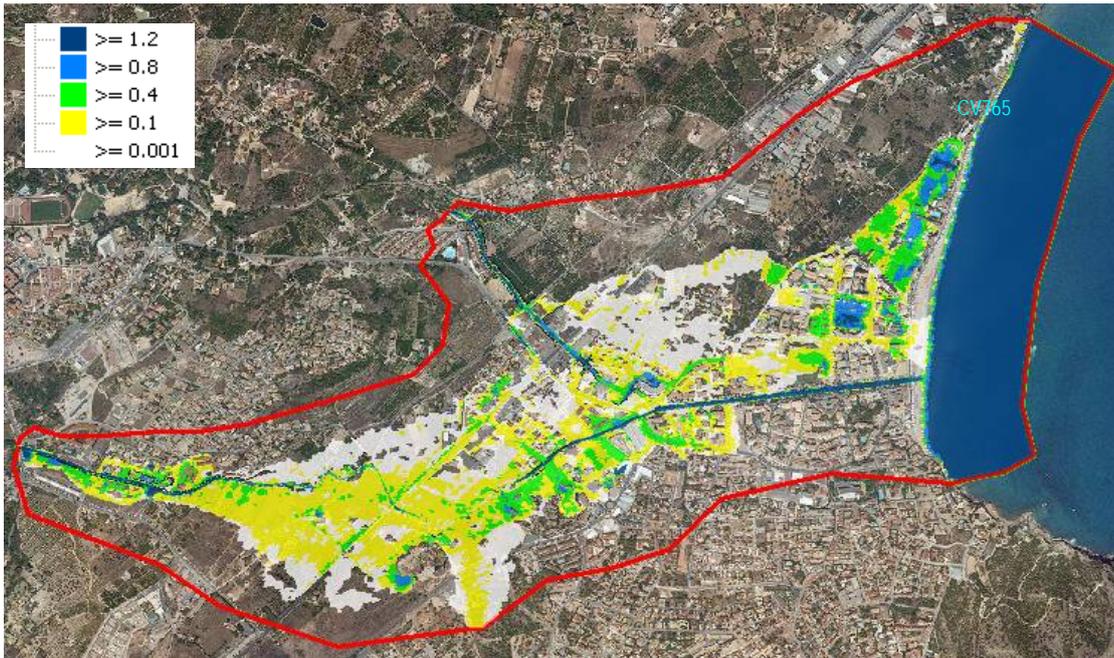


Los calados máximos de las zonas inundadas no superan los 40 cm, el encauzamiento del Barranc de Soler desaparece por lo que las aguas continúan su circulación por el Carrer Rambla, ésta calle conduce el agua hasta el culvert que desemboca en el Riuet Seguet. Se producen desbordamientos hacia margen izquierda a la entrada del Carrer Rambla.

T100

Igualmente que en las simulaciones anteriores, los desbordamientos y las zonas afectadas son las mismas pero con calados máximos superiores superando en algunos puntos localizados los 80 cm.

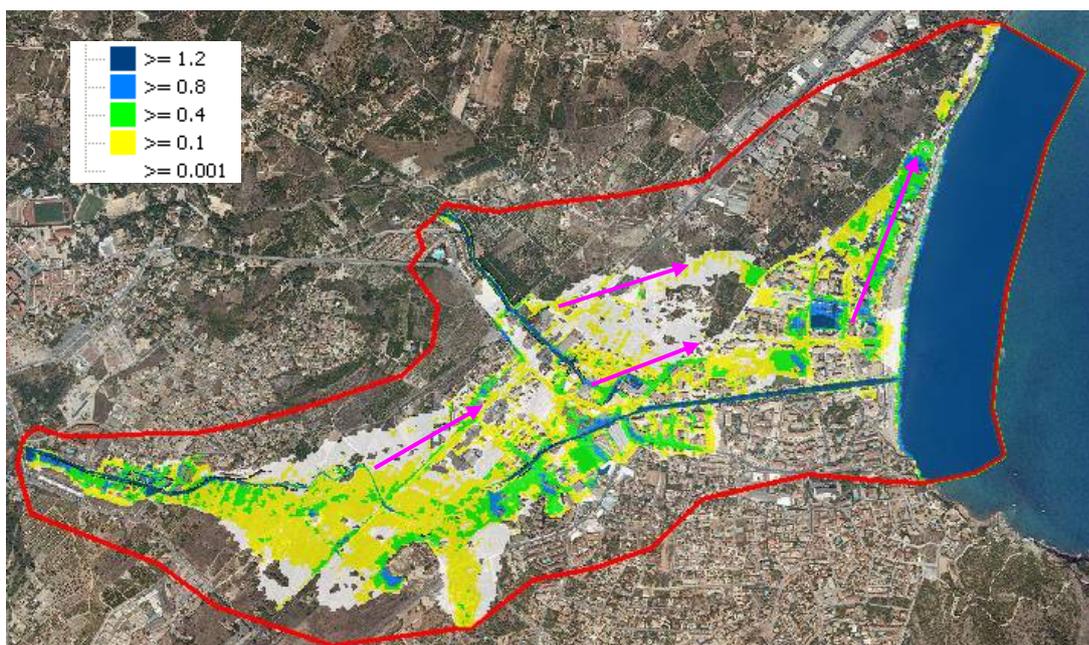
Seguidamente se muestran las zonas más afectadas. En la primera zona al oeste de los modelos se inunda la urbanización Jardín del Alfaz tanto por la margen derecha como por la margen derecha del Riuet Seguet.



El canal que desemboca en el mar desagua un caudal máximo de 100 m³/s sin poder captar las aguas que circulan por la urbanización de la margen izquierda. Estas no tienen posibilidad de desaguar debido a la sobreelevación de la carretera CV765 paralela al mar, esto causa que las inundaciones se extiendan hacia el norte

T500

Los caudales en el canal de desagüe de los barrancos alcanzan un máximo de 160 m³/s. Al igual que ocurre para T100 los desbordamientos que escurren por margen izquierda del canal de desagüe se encuentran con la carretera CV765 que impide el desagüe de los mismos dirigiéndolos hacia el norte.



2.4.2. ALTEA

La zona comprende 3 áreas diferenciadas. El río Algar en Altea, El Barranquet que confluye en el tramo urbano de la citada localidad y el Barranc d'els Arcs que confluye en la zona del puerto de Altea.

La zonas más conflictivas son los tramos finales del Barranquet y del Barranc d'els Arcs, debido a las constricciones urbanísticas y a la ocupación del cauce.

El desarrollo urbano de Altea hacia el río Algar ha generado problemas al invadir el espacio inundable e incluso el mismo lecho del río en el tramo próximo a la desembocadura. Se han edificado algunas urbanizaciones recientemente sobre la margen derecha del río (barras todavía activas en 1956) junto al Paseo del Clot de Mingun. También se ha instalado un polideportivo en la zona inundable por esta misma margen. En la margen izquierda se trata de casas aisladas junto a la desembocadura. Diversas vías de comunicación cruzan el río en este punto (ferrocarril de vía estrecha, camino local y carretera N-332).

El Barranquet de Altea recorre una amplia vaguada de fondo plano por donde discurre más o menos encajado hasta quedar reducido a una acequia, poco antes de pasar casi cegado por cañas, bajo la avenida Alcalde Juan Alvado. Por el norte recibe otra vaguada que recorre la zona de l'Horta y la Basseta. Obviamente, en caso de lluvias torrenciales extraordinarias el cauce en este sector es insuficiente y la escorrentía circula en lámina por toda la amplitud de la vaguada de fondo plano

El Barranc dels Arcs desemboca al sur del espigón del puerto de Altea. El sector más bajo del barranco está completamente alterado por la urbanización del área y la canalización de algunos tramos, además del efecto producido por la construcción de los espigones del puerto justo antes de la desembocadura.

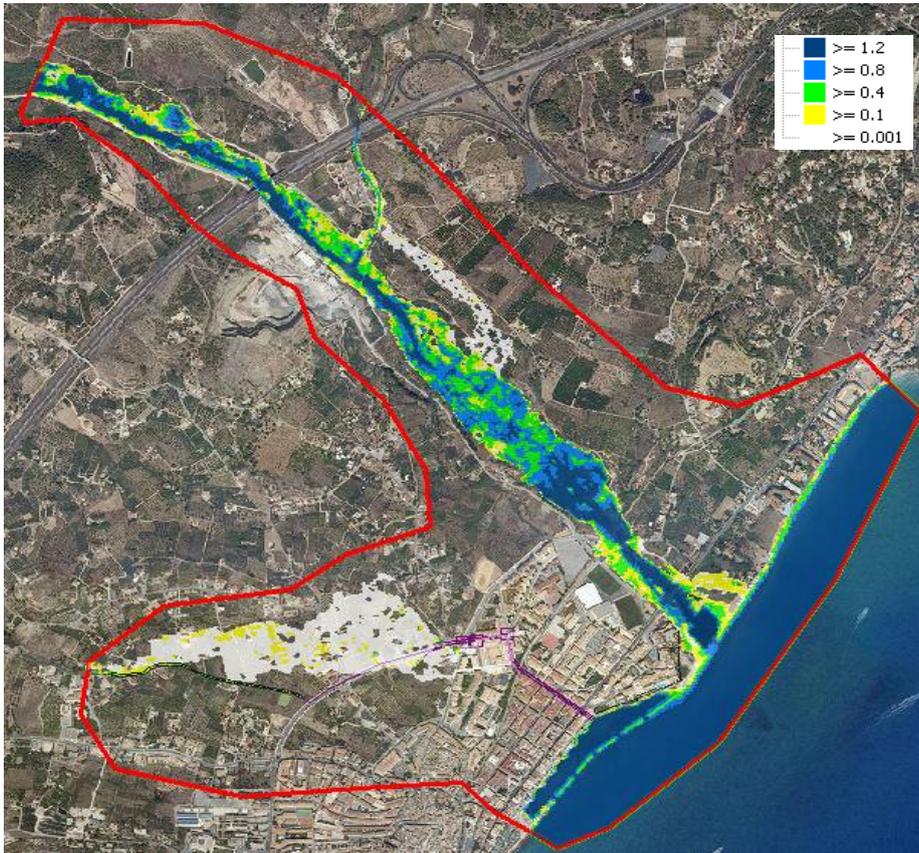
En los siguientes apartados se describen los resultados de las simulaciones realizadas para los períodos de retorno de 10, 100 y 500 años.

T10

Para el período de retorno de 10 años se producen desbordamientos del Barranc del Barranquet, estos siguen las direcciones de flujo naturales del terreno. Parte de las aguas son conducidas por un pequeño encauzamiento hacia el colector pudiendo desaguar hasta 3 m³/s. El resto desborda por los campos y son captados por la entrada 2 y 3 hasta 6 m³/s.

Para el período de retorno de 10 años el Barranc d'els Arcs no tiene capacidad suficiente produciéndose desbordamientos a lo largo del mismo. Afectando a las parcelas colindantes al mismo. Se producen desbordamientos por la rotonda del Cami Vell d'Alacant y luego en la desembocadura se producen

afecciones tanto por margen derecha como izquierda con calados mayormente inferiores a 10 cm.. En la figura siguiente se puede observar la envolvente de calados máximos en la zona de estudio.



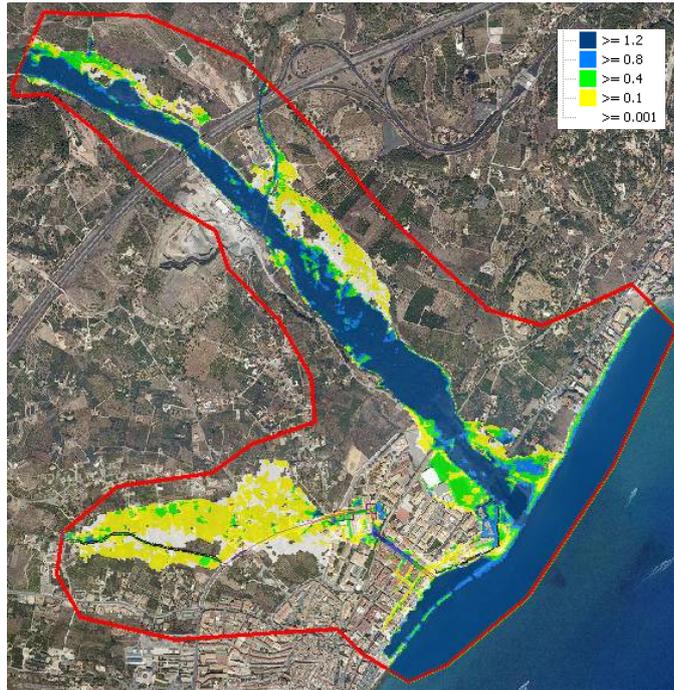
Río Algar y Barranquet



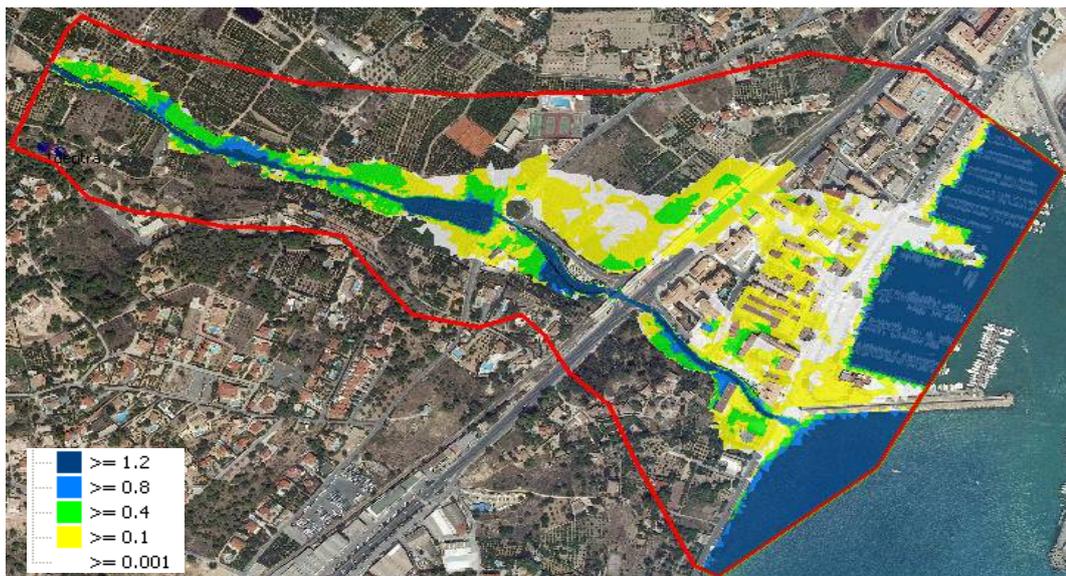
Barranc d'els Arcs

T100

En lo que respecta a los desbordamientos del Barranc del Barranquet se aprecia que afectan a viviendas aisladas ubicadas en los campos colindantes al mismo. Los desbordamientos generados en la parte alta del río Algar por la margen izquierda y los desbordamientos del Barranc de la Vieja también afectan a viviendas aisladas ubicadas en los campos colindantes a los mismos. Las principales calles afectadas en el núcleo urbano son la Calle Garganes y la carretera N332 a su paso por Altea. Los caudales desbordados por margen izquierda que se dirigen a la zona norte del puerto alcanzan un máximos de 5.5 m³/s



Río Algar y Barranquet

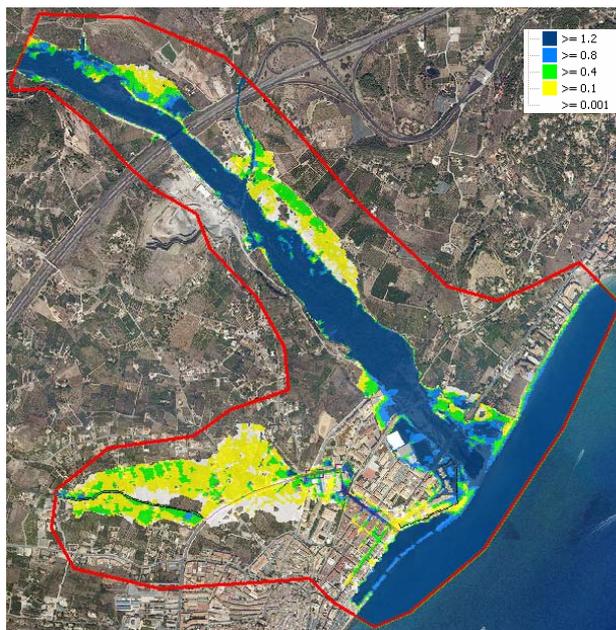


Barranc d'els Arcs

T500

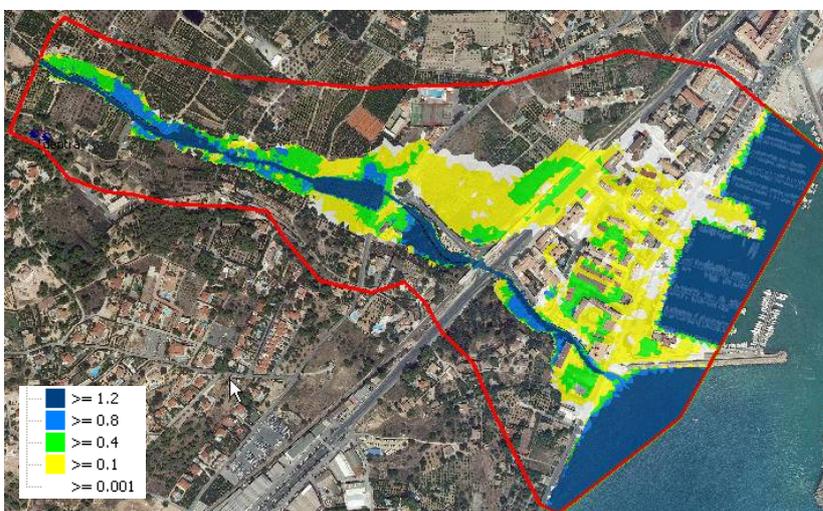
No se producen afecciones a la autovía AP7, ni a la carretera N332 ni al ferrocarril en lo que se refiere al paso de estas infraestructuras por el río Algar aunque si se producen afecciones a la carretera N332 por los desbordamientos del Barranquet alcanzando calados superiores a 40 cm.

Los calados en las viviendas ubicadas en la desembocadura del Algar superan los 120 cm de profundidad. De los 60 m³/s provenientes del Barranc del Barranquet, 37 m³/s son conducidos por los colectores y el resto inunda los campos colindantes desaguando al mar por la calle Garganes.



Río Algar y Barranquet

En cuanto al Barranc d'els Arcs, se producen desbordamientos que generan afecciones generalizadas en las urbanizaciones del Puerto de Altea y cortes de la carretera N332. Las inundaciones dentro de la zona de urbanizaciones superan los 40 cm. Los caudales de desbordamientos por margen izquierda que atraviesan la carretera N332 no superan los 12 m³/s..



Barranc d'els Arcs

2.4.3. BENIDORM

La zona comprende cuatro barrancos diferenciados: Barranco de Lliriet o Derramador, Barceló, Murtal y Xixó.

Barranco de Lliriet

El barranc del Derramador es el resultado de la confluencia de dos cauces que drenan la vertiente de levante del Puig Campana, el barranc d'Iborra y el del Lliriet. Presenta por tanto una cuenca que alcanza prácticamente las 300 hectáreas, dimensiones bastante mayores que los otros cauces que atraviesan el glacis de la Serra Cortina.

El cauce presenta en su tramo alto una importante sinuosidad, que favorece la erosión sobre sus márgenes. El paso bajo la autopista impone una reducción notable de la sección del cauce de avenidas.

Con todo, el punto más crítico del cauce lo encontramos más al sur, en el cruce de la antigua CN-332 –actualmente Avenida de la Comunitat Valenciana--, cuyo paso tiene lugar mediante un puente de cinco vanos. Allí el barranco pasa de ser considerado como tal a convertirse en la Avenida del Derramador que, a pesar de su nombre, no es otra cosa que un lecho parcialmente asfaltado, confinado entre muros de diversas construcciones y taludes de antiguas explotaciones agrarias. Este tramo semi-urbanizado concluye en el cruce de la citada avenida del Derramador con la avenida del almirante Bernat de Sarriá, donde el barranco queda encauzado por una conducción subterránea que se dirige hacia el mar a través de la avenida de Filipinas

Barranco de Barceló

Una de las principales vías de inundación del casco urbano de Benidorm es la vaguada que entra al casco urbano en paralelo a la CV-753 o avenida del almirante Bernat de Sarriá. Es una depresión de fondo plano emplazada en la convergencia entre el sistema de glacis que desciende desde el Puig Campana y el Ponoig y los abanicos torrenciales coalescentes de la Serra Gelada. Esta vaguada toma su nombre de su principal tributario, el barranc de Barceló, que drena buena parte del citado glacis.

Quizás uno de los puntos más problemáticos es el paso bajo la nueva CN-332 junto al cementerio de Benidorm. Allí tiene lugar la confluencia de varios tributarios con el barranco de Barceló, pero el cauce de estos ha sido arrasado por un solar empleado desde hace varios años como vertedero de residuos de construcción. A partir de este punto la vaguada de fondo plano va perdiendo encajamiento de manera acusada, de modo que a su llegada a la CV-753 (Avenida Bernat Sarriá) su cauce apenas resulta perceptible y apenas si dispone de una zanja de tres metros de anchura y algo más de un metro de profundidad para su desagüe al otro lado de la vía, donde se incorpora al corredor de fondo plano que separa el glacis septentrional del conjunto de abanicos que descienden de la Serra Gelada.

Barrancos de Murtal y Xixó

El barranco de Murtal capta diversos barrancos que disectan el material calcáreo de la Serra Cortina. Nace en el extremo oriental de la Sierra Cortina. Este barranco ha visto su cabecera, que presenta un importante encajamiento, interceptada por dos taludes de grandes dimensiones dispuestos en los accesos a Terra Mítica desde la CV-758. El resto de la red ha sido recientemente ocupada por las instalaciones del citado parque y del campo de golf adjunto, los que vehiculan su escorrentía bajo la AP-7 junto a la nueva estación de ferrocarril de Terra Mítica.

La mayor parte de los cauces drenan exclusivamente los materiales del glacis, ya que los regueros que descienden desde Sierra Cortina han sido capturados por el barranc del Murtal. Por esta razón, con la excepción del barranc del Murtal, que presenta una cuenca de 525 hectáreas, los demás cauces drenan espacios más modestos, que en ningún caso superan las 160 hectáreas. Los del Murtal, el Moralet, el Rajarell, Xixó y Foietes, desembocan en la playa de Poniente, mientras que el barranc de l'Aigüera, lo hace en la de Levante.

El paso bajo la autopista, así como el que tiene lugar bajo la vía férrea y la nueva CN-332, presentan una amplia sección, aunque notablemente inferior a la capacidad natural del cauce, debido a su acusado encajamiento. Aguas abajo de la carretera nacional, el barranco discurre encajado en más de 20 metros sobre los niveles del glacis, con un marcado perfil en V y unos taludes notablemente inestables. La presencia esporádica de niveles de encostramiento en los citados depósitos pleistocenos facilita la caída de bloques de gran tamaño al lecho, que pueden generar importantes daños en el tramo final del barranco.

A su llegada a la Vía Parque (Avda. de Cuba) el barranco es encauzado bajo un gran terraplén alzado para la edificación de varias construcciones residenciales, mediante un tubo de 3m de diámetro. El principal problema de este encauzamiento es que su salida tiene lugar directamente sobre el callejero de Benidorm, en concreto en la avenida de La Vilajoiosa, para cruzar la vieja CN-332 bajo un puente y desaguar por un paso insuficiente en la playa.

En los siguientes apartados se describen los resultados de las simulaciones realizadas para los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años.

T10

En la siguiente figura se puede observar la envolvente de calados máximos en toda la extensión del modelo. Para periodos de retorno de 10 años en el barranc de Lliriet no se producen desbordamientos teniendo éste y el colector de la desembocadura suficiente capacidad. El barranc de L'Aigüera no ocasiona problemas ya que el colector tiene capacidad suficiente.



Para este periodo de retorno no se producen desbordamientos en el Barranc de Xixo (barranco ubicado al este del modelo) teniendo éste y el colector de la desembocadura suficiente capacidad, el colector desagua en la playa, sin originar problemas

En lo que respecta al Barranc de Murtal (barranco al oeste del modelo), no se desborda, el colector encauza las aguas que le llegan desaguando en la Avenida de la VilaJoiosa, una vez aquí las aguas circulan libremente por la calle, afectando a viviendas con calados de hasta 40 cm.



T100



Al igual que para períodos de retorno inferiores en los barrancos de L'Aigüera y en Lliriet no se producen afecciones significantes. Solo en la desembocadura del colector de Lliriet se generan inundaciones con calados de 40 cm. En el caso del barranco de Barceló, se producen desbordamientos del encauzamiento por su margen derecha en la zona del acceso indicado anteriormente. El colector tiene capacidad suficiente para desaguar los 10 m³/s que le llegan del encauzamiento. En el caso del Murtal y Xixó, la zona problemática es la misma, ésta es la desembocadura del colector del Barranc de Murtal, cuyas aguas afectan a viviendas con calados de inferiores a 80 cm.



T500

Para este período de retorno se producen afecciones en las desembocaduras del barranco de Lliriet y Barceló. El colector del barranco de L'Aigüera tiene capacidad suficiente para eventos de 500 años. En la siguiente figura se puede observar la envolvente de calados máximos en toda la extensión del modelo. El colector de Lliriet tiene una capacidad máxima de 24 m³/s y el de Barceló de 15 m³/s. Se producen inundaciones con calados superiores a los 40 cm



En el caso del Murtal y Xixó, únicamente hay problemas en la desembocadura del colector del Barranc de Murtal cuyo caudal desaguado afecta a viviendas con calados de hasta 80cm.



2.4.4. CALLOSA

Este tramo inundable abarca los ríos Bolulla y de l'Algar desde la salida de sendos estrechos, junto a las fuentes de l'Algar, hasta la presa de toma de aguas de Callosa d'En Sarrià. En este último punto, la cuenca vertiente de ambos ríos tiene unos 57,5 Km², que se extienden por las sierras de Bèrnia, Ferrer, Carrascal de Parcent y Xortà, probablemente uno de los sectores más lluviosos de la Comunidad Valenciana, debido a la orientación de los relieves cercanos a la costa respecto a los flujos del NE. Cabe resaltar las aportaciones del importante manantial cárstico de las fuentes de l'Algar, situado a la entrada del estrecho que corta las calizas eocenas en el extremo occidental de la Serra de Bèrnia. El acuífero de las calizas cretácicas, oligocenas y eocenas de las sierras de la Xortà y des Ferrer descarga sobre nivel impermeable de las arcillas verdes eocenas, que a su vez limitan con la base impermeable del Keuper del diapiro de Callosa-Altea.

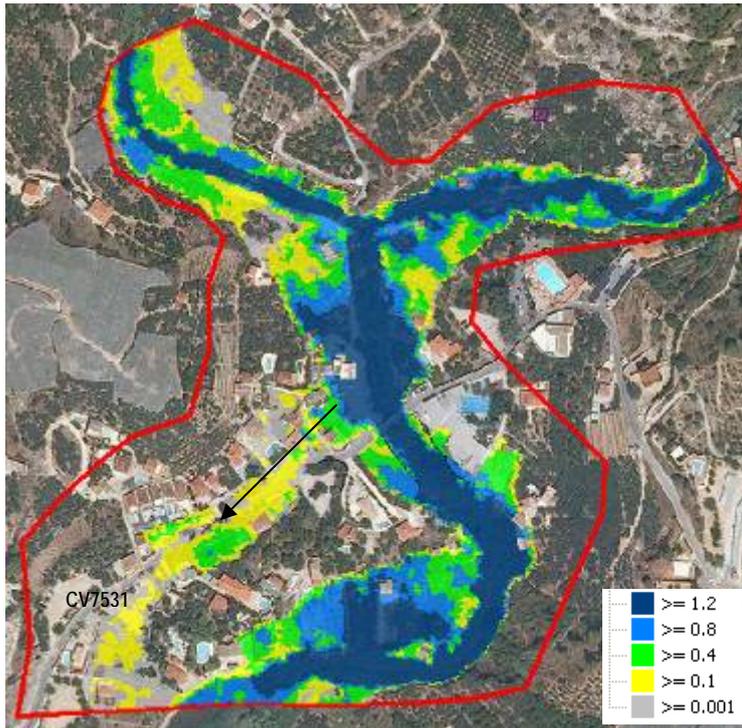
A la salida del congosto se forman barras de gravas y bloques en el cauce y sus márgenes, incrementándose notablemente el caudal de crecida desde la confluencia de los ríos Bolulla y Algar. El valle se encuentra confinado entre laderas de materiales triásicos deleznable que son recortados por la corriente fluvial, incorporando abundante sedimento fino. El valle incluye barras en la parte interna de los meandros que han sido ocupadas para el cultivo e incluso por viviendas. Aguas abajo de la confluencia Bolulla-Algar en las márgenes del río se han instalado diferentes aparcamientos y restaurantes para la visita de las fuentes muchos de los cuales se encuentran dentro de la zona inundable por crecidas extraordinarias. En el tramo inferior hasta la presa de toma de aguas de Callosa de Sarria se encuentran asimismo zonas de cultivo y diversas viviendas en la zona inundable.

Dentro de la zona represada se formó una barra de gravas y cantos durante la crecidas de 2007 o 2008, que no se aprecia en la fotografía aérea de 2006, lo que da idea de la movilización de carga gruesa a lo largo del tramo durante sucesos de crecida extraordinaria. También se produjo la socavación de un camino de acceso a urbanizaciones en este sector a pesar de encontrarse el cauce represado en este punto.

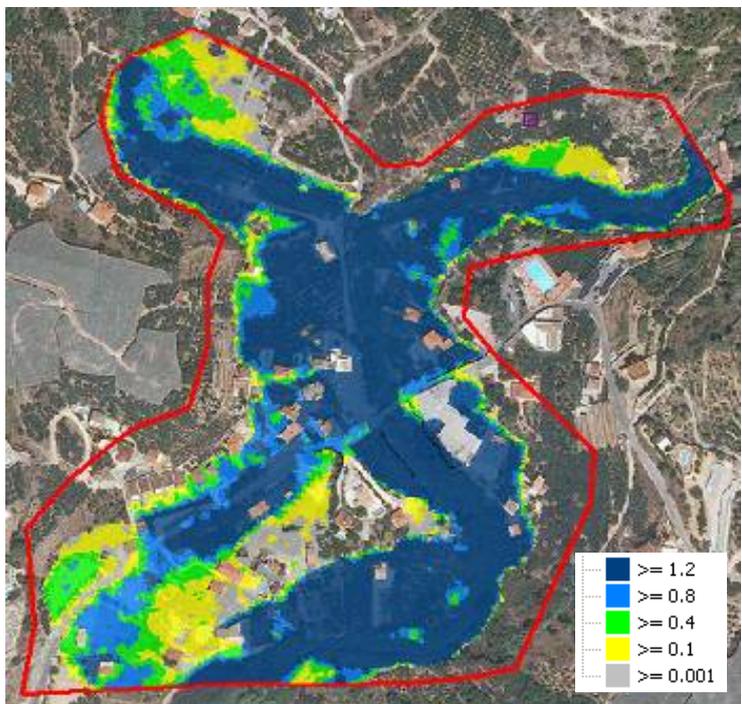
En los siguientes apartados se describen los resultados de las simulaciones realizadas para los períodos de retorno de 10, 100 y 500 años.

T10

Para el período de retorno de 10 años se producen desbordamientos por margen derecha del río Algar inundando la zona de aparcamientos y restaurantes ubicados dentro de la zona inundable y siguiendo las direcciones de flujo indicadas en la siguiente figura mediante una flecha. Estos desbordamientos atraviesan la carretera CV7531 y se unen al río Algar aguas abajo. Se puede observar que en la zona inundable natural del río Algar se producen calados superiores a 1.2 m inundando algunas viviendas ubicadas dentro de esta zona. En la figura siguiente se puede observar la envolvente de calados máximos en la zona de estudio.



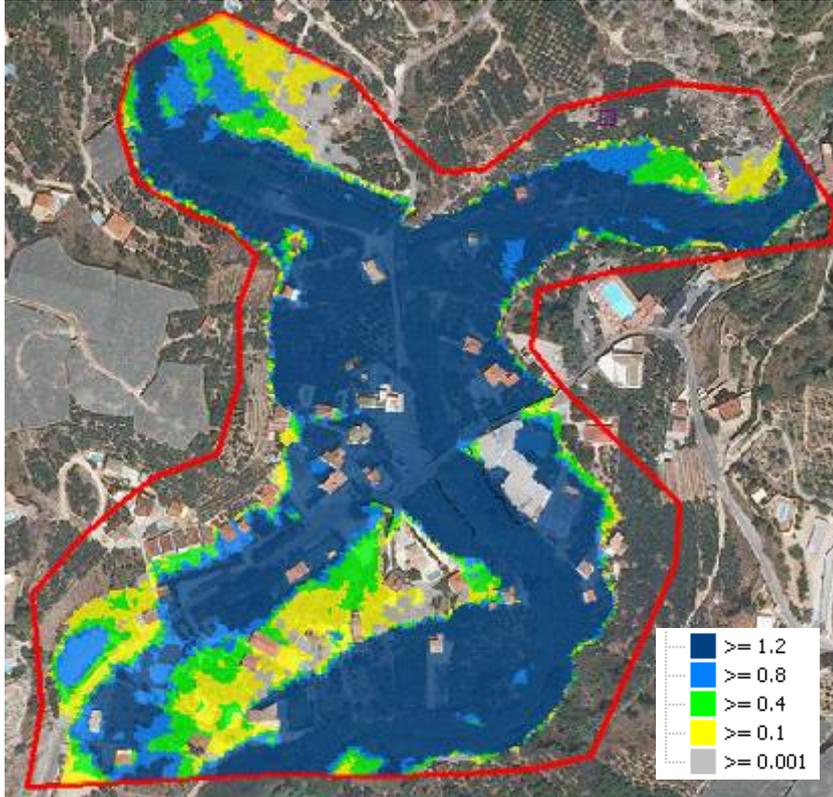
T100



Para este período de retorno se producen inundaciones generalizadas con calados superiores a superiores a 1.2 m afectando gran parte de las viviendas y edificaciones del valle. Se observa claramente la división de los flujos y la edificación en zona inundable por lo que gran parte de las viviendas y restaurantes tienen un alto riesgo de inundación.

T500

Para T500 se producen inundaciones generalizadas en todo ámbito de estudio. Las extensiones de las inundaciones son similares a las de T100 pero con niveles mayores superando los 120 cm en gran parte de las zonas inundadas. En la figura siguiente se puede observar la envolvente de calados máximos en la zona de estudio.



2.4.5. FINESTRAT

En cabecera, el desarrollo de las urbanizaciones del piedemonte de Sierra Cortina, está impermeabilizando la mayor parte de la cuenca de alimentación del barranco de la Cala. El barranco de fondo plano situado entre las partidas de Foietes d'Horta y els Alfassos ha sido ocupado en su tramo final por unas instalaciones de karting, en las cuales se ha intervenido para abrir un paso por la margen izquierda y concentrar los flujos de crecida en un canal lateral, con objeto de salvaguardar el espacio construido. Por su parte, el barranc d'Èl y los pequeños tributarios que descendían por su margen izquierda quedan ahora bajo los viales de la urbanización Solera Villages, que junto con las construcciones del resort Sierra Cortina ocupan todo este sector de la cuenca, reservando los cauces como zonas verdes.

Tras el paso bajo la AP-7 el barranco de la Cala concentra el flujo de estos tributarios a través de un encauzamiento artificial de amplia sección que discurre por el polígono industrial La Cala, por la Avda. de Gandia, con una fuerte pendiente. En este sector, aguas abajo del conducto abovedado de la autopista, se observa una notable incisión reciente del cauce, consecuencia de las alteraciones que estos encauzamientos están produciendo en la dinámica natural del barranco. En este caso, la acción fluvial ha socavado los sedimentos del cauce y ya disecta niveles de margas paleógenas.

Posteriormente, el barranco vuelve a ser entubado durante unos doscientos metros para salir a cielo abierto tras el polígono industrial. Allí pierde su encajamiento hasta que es nuevamente canalizado por dos conducciones rectangulares de hormigón, sobre las cuales efectúa el doble giro con el que pasa bajo la antigua carretera nacional. El cauce se halla por tanto, en todo este sector, completamente artificializado.

Después del giro bajo la antigua carretera una intervención completada en el año 2008 ha permitido mejorar las condiciones del barranco, que ahora discurre como una amplia avenida con drenajes laterales con acceso limitado a vehículos y personas en función de la climatología. Sin embargo, subsiste el punto crítico de este encauzamiento a su salida, cuando se incorpora a la Avda. Marina Baixa para su desagüe al mar. El desagüe del barranco en curva sobre esta avenida y hacia la playa es extremadamente peligroso. De hecho ha habido que construir un murete de protección para los comercios afectados por el desagüe del barranco en episodios de crecida ordinaria.

En los siguientes apartados se describen los resultados de las simulaciones realizadas para los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años.

T10

Para el período de retorno de 10 años no se producen desbordamientos del Barranc de la Cala antes de la desembocadura, como se puede apreciar en la imagen.



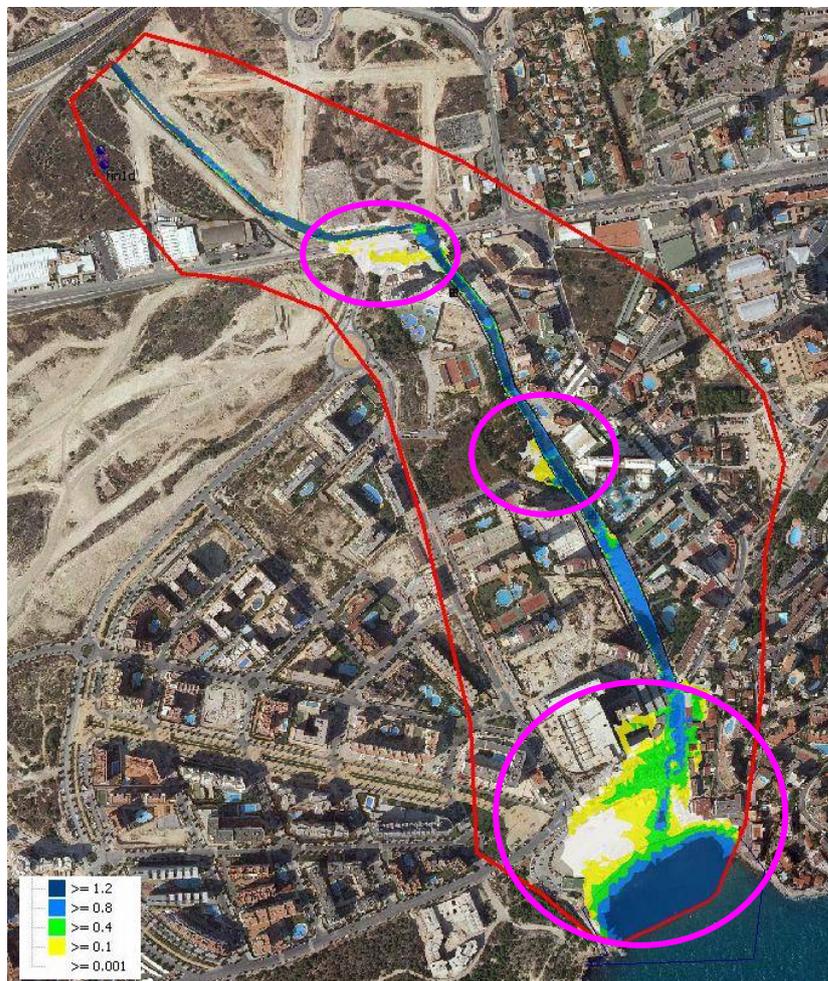
En la desembocadura, a partir de la confluencia del cauce del barranco con la Avenida Marina Baixa, el encauzamiento del barranco desaparece, y las aguas circulan por la Avenida Marina Baixa afectando a viviendas con calados de hasta 40 cm y al parking con calados de hasta 10 cm.

T100



T500

Para este período de retorno se detectan tres zonas con desbordamientos, las cuales se señalan en fucsia, una de ellas, la zona de la desembocadura, es común al resto de períodos de retorno.



En la zona situada más al norte, cuando el cauce cruza la Avenida Finestrat, el agua desbordada afecta a una vivienda con calados de hasta 40 cm.

En zona del centro de la figura, que está situada antes de la confluencia de la Calle Terral con el cauce, las aguas afectan a otra vivienda con calados de hasta 80 cm.

En lo que respecta a la zona de la desembocadura, para este período de retorno, las viviendas son afectadas por las aguas desbordadas con calados de hasta 80 cm.

2.4.6. POLOP

El Barranc del Gulapdar y el barranco de la Canal suman una cuenca de drenaje de unos 6,5 Km² hasta el final del tramo en el pueblo de Polop. Se trata de una cuenca de elevado relieve, puesto que los dos barrancos descienden 1000 m de desnivel en muy corto recorrido desde los imponentes relieves calizos del Ponoig (1186 m). Durante los episodios fríos del Cuaternario las condiciones son favorables para la meteorización física (gelifracción) desde las extensas cornisas calizas del Ponoig y el Morro Cabal, originándose a su pie extensas acumulaciones de clastos y derrubios. La elevada producción de sedimentos durante el Pleistoceno permitió el desarrollo de potentes conos torrenciales al pié del Ponoig, formándose potentes costras que sellan las superficie del cono.

En episodios de riadas en Polop, los únicos efectos negativos se han producido aguas abajo del puente que cruza el barranco, en las viviendas que están en la margen izquierda del Barranc del Gulapdar.

En los siguientes apartados se describen los resultados de las simulaciones realizadas para los períodos de retorno de 10, 100 y 500 años.

T10

Para el período de retorno de 10 años no se producen desbordamientos del barranco simulado, no se producen afecciones a ningún tipo de estructura. En la figura siguiente se pueden observar la envolvente de calados máximos en la zona de estudio.



T100

No se producen desbordamientos ni afecciones en todo el ámbito de estudio.



T500

Se producen desbordamientos por la margen izquierda del barranco con calados máximos inferiores a los 10 cm sin afectar considerablemente a viviendas. La cota máxima del agua al paso de la carretera CV70 es de 280 msnm. En la figura siguiente se pueden observar la envolvente de calados máximos en la zona de estudio.



2.4.7. VILLAJOIOSA

Río Torres

El río Torres discurre a lo largo del glacis bastante encajado sin riesgo alguno de desbordamiento y tanto los puentes de la AP-7, como los de la vía del ferrocarril o la CN-332 disponen de un amplio paso. El único factor de riesgo lo constituye la inestabilidad de los taludes que establecen las márgenes del cauce, debido al predominio de litologías margosas y la parquedad y torrencialidad de las precipitaciones, que favorecen la formación de cárcavas en buena parte del cauce.

Cabe precisar que la desembocadura del río Torres en el Mediterráneo es un tramo costero netamente regresivo. Esta erosión es patente incluso en el lóbulo formado en la misma desembocadura del río, hecho indicativo de un balance sedimentario netamente favorable al mar en los últimos 50 años, pese a la inexistencia de elementos de regulación fluvial en la cuenca.

El Refoio de Villajoyosa

La red de drenaje del Refoio esta en buena medida condicionada por la posición de determinados relieves –tossals-- de margas marinas del eoceno que alteran la suave topografía del glacis. Asimismo, también existen algunas depresiones, que en algunos casos formaron humedales actualmente drenados, en las cuales las vaguadas se ensanchaban y perdían pendiente. En ellas el flujo de las crecidas se dispersaba, actuando como zonas de lagunaje.. Este proceso de disipación de la crecida, el efecto de retención generado por los abancalamientos y el uso agrícola del suelo permitía, que durante los episodios de menor torrencialidad, los refoios o crecidas detuvieran su curso antes de llegar al mar. Por el contrario, en numerosos episodios históricos el barranco del Refoio ha generado importantes inundaciones en algunas partidas rurales de Vila Joiosa, que con el paso del tiempo, y la consiguiente expansión del área urbana, han causado importantes daños a bienes materiales e infraestructuras de la localidad.

En torno a la cota 80, se topan con la plataforma sobre la que discurre la AP-7, que actúa a modo de dique, reordenando el curso de estas vaguadas a través de los distintos pasos abiertos a sus cauces, que no coinciden necesariamente con su trazado natural. Salvada la autopista, uno de los puntos críticos de esta red es el codo que efectúa el refoio de Juanillo en el tossal de l'Ermita. Esta loma, y la del Tossal de la Vella, unidas al efecto de barrera que puedan generar la carretera y las construcciones próximas, determinarán el sentido final del flujo, bien hacia el Amadorio o bien aguas abajo, hacia la partida de Les Bordes. Todas sus aguas se unen en una leve depresión conocida como el Clot del Major y el Xarquet y discurren ya en momentos de crecida como un cauce único. En a la salida este espacio se ha erigido recientemente un Instituto de Enseñanza Secundaria, que bloquea el desagüe natural de la partida.

Un antiguo tossal eoceno, hoy oculto bajo las edificaciones, obliga al cauce a describir un giro de 90° hacia levante, en paralelo a la antigua carretera N-332. Se construyó a finales de los 60 del pasado

siglo, la iglesia del Carmen sobre el lecho de este barranco. Se produjo la posterior destrucción de dos de sus muros para dar paso al agua en la crecida de 1971 y la apertura de un paso subterráneo. El edificio religioso constituye hoy un punto crítico, ya que obstaculiza el flujo y desvía el impacto de la crecida a otras edificaciones. Posteriormente, la vaguada presenta otro codo, a la altura de la calle de les Barberes, que la encamina en dirección al mar, atravesando hoy un espacio urbanizado, sobre el que, además de algunas edificaciones residenciales, se ha construido un polideportivo.

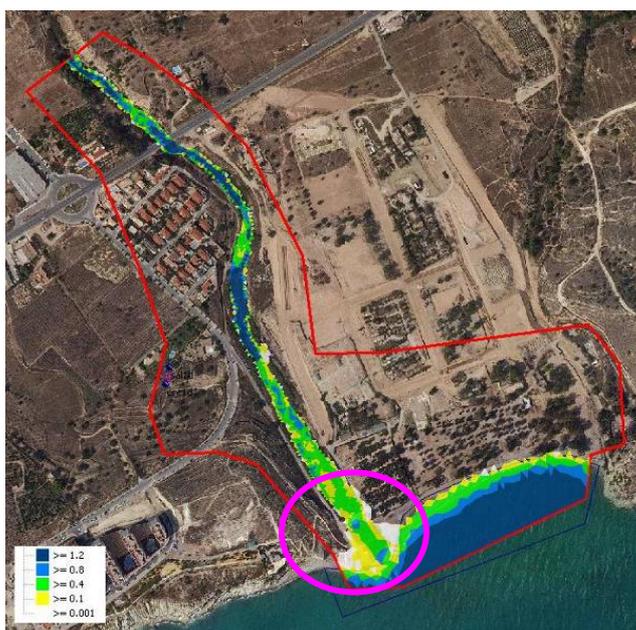
Río Amadorio

La mayor parte del cauce del río Amadorio o de la Vila no debe generar situaciones de riesgo, debido a su acusada incisión en los materiales paleógenos y pleistocenos que componen el glacis de Vilajoiosa. El río discurre a más de 20 metros de profundidad respecto a sus márgenes sobre el glacis en casi todo el tramo situado aguas abajo del embalse. Sólo a partir del antiguo puente de la CN-332 en la Vilajoiosa comienza a perder encajamiento, inmediatamente antes de su desembocadura. La pendiente del lecho también es moderada, como corresponde a un tramo final de río-rambla, no superando el 17 ‰. El cauce presenta una leve sinuosidad, con meandros de radio largo.

En los siguientes apartados se describen los resultados de las simulaciones realizadas para los períodos de retorno de 10, 100 y 500 años.

T10

En el caso del río Torres, para el período de retorno de 10 años no se producen desbordamientos, aunque el caudal que circula por el cauce afecta al chiringuito situado en la desembocadura del río con calados menores de 10 cm, tal y como se indica en fucsia en la figura.



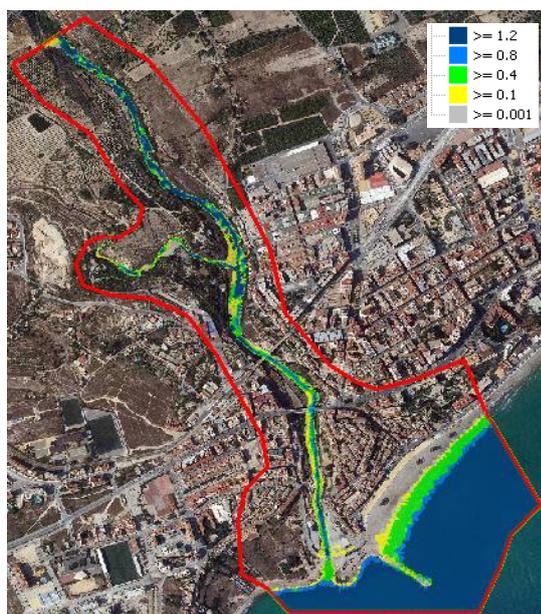
Río Torres.

En el Refoio de Villajoyosa, las aguas de entrada al modelo circulan libremente por los campos con calados inferiores a los 10 cm hasta llegar la zona del ferrocarril el cual actúa como elemento protector de la ciudad laminando los hidrogramas de llegada dejando pasar solo 1 m³/s a través del colector. Esta agua fluye libremente por la ciudad afectando diversas viviendas ubicadas en la zona del flujo. En la figura siguiente se puede observar la envolvente de calados máximos en la zona de estudio.



El Refoio

Por último, para el período de retorno de 10 años no se producen desbordamientos en el río Amadorio. El cauce tiene capacidad suficiente salvo en la desembocadura donde se producen pequeños desbordamientos (calados inferiores a 10 cm) por margen izquierda. En la figura siguiente se puede observar la envolvente de calados máximos en la zona de estudio.



Río Amadorio

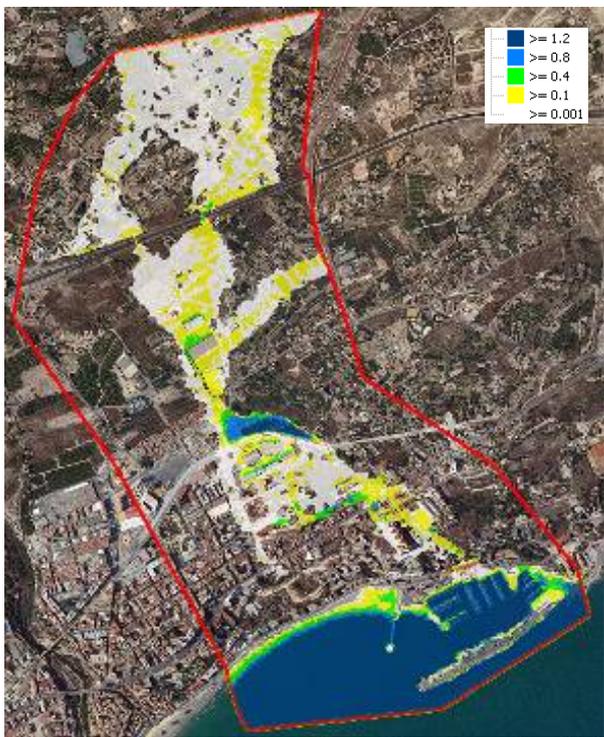
T100

Para el período de retorno de 100 años, no se producen desbordamientos del Río Torres.



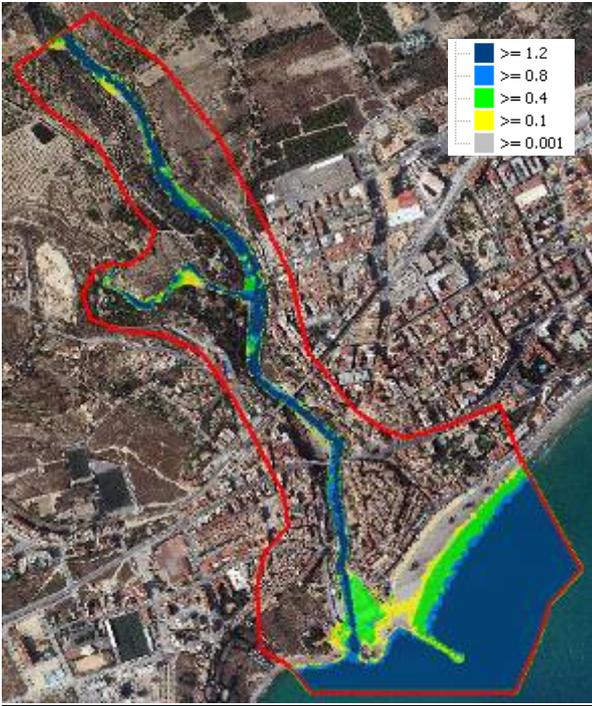
Río Torres

En el caso del Refoio los calados en la zona de los campos superan en este caso los 10 cm, inundando viviendas tanto aguas arriba de la carretera N332 como aguas abajo. Aguas abajo del tranvía se producen inundaciones por la ciudad alcanzando calados superiores a los 10 cm, y en la zona de la Iglesia del Carmen superando los 80 cm.



El Refoio de Villajoyosa

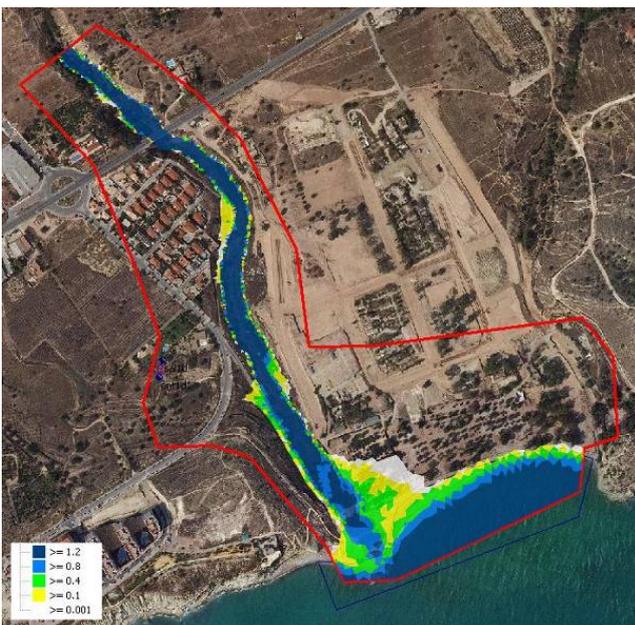
En el Amadorio, se puede observar que el cauce tiene capacidad suficiente sin producirse desbordamientos a lo largo de todo su recorrido del ámbito del modelo hasta la desembocadura donde se generan afecciones a zonas de aparcamiento y viviendas próximas.



Río Amadorio

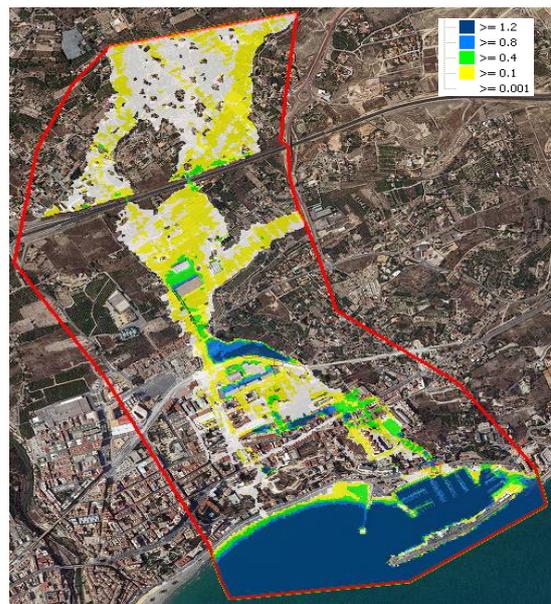
T500

En el río Torres, al igual que para todos los períodos de retorno analizados anteriormente, la única zona afectada es la del chiringuito, que a diferencia de los períodos de retorno analizados anteriormente, se ve perjudicado por el caudal que discurre por el río con calados de entre 10 cm y 40 cm.



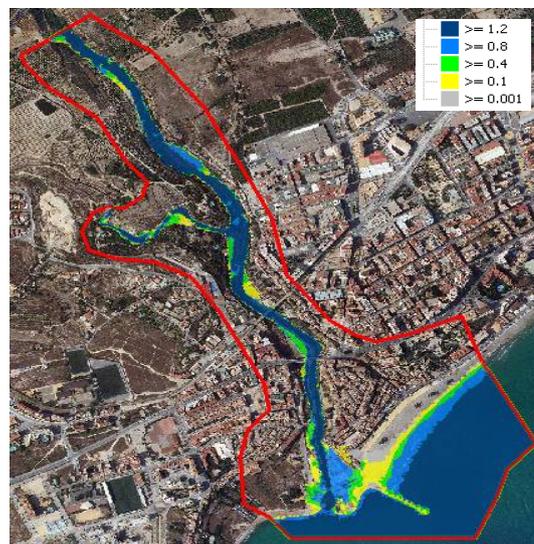
Río Torres

En el Refoio para 500 años de período de retorno aumentan los calados en las zonas inundadas de los campos teniendo las mismas zonas inundadas que para T100. La carretera N332 no se ve afectada por las inundaciones. En la zona del polígono Xarquet se producen desbordamientos sobre el terraplén del tranvía inundando la zona urbana de Villajoyosa. El colector del desagüe le llegan 24 m³/s pero solo es capaz de captar 6 m³/s, el resto desborda inundando los edificios ubicados aguas abajo. Este colector tiene capacidad suficiente pero las aguas desbordan por los extremos del mismo sin poder concentrar todo el caudal en la toma del mismo. En la figura siguiente se puede observar la envolvente de calados máximos en la zona de estudio.



El Refoio de Villajoyosa

Para T500 no se producen desbordamientos en el río Amadorio cuya capacidad es suficiente hasta la desembocadura donde los calados de inundación por margen izquierda superan los 80cm afectando las dos márgenes. En la figura siguiente se puede observar la envolvente de calados máximos en la zona de estudio.



Río Amadorio

3. CRITERIOS DE DISEÑO

3.1. CRITERIOS GENERALES

Las medidas de actuación habitualmente empleadas en los planes de defensa frente a avenidas, se pueden clasificar en función de su tipología de modificación del riesgo. De esta manera, las acciones para la disminución del riesgo se pueden clasificar en los siguientes grupos:

a) Medidas no estructurales,

Estas actuaciones, en muchos casos, complementarias a las estructurales, que se recogen en los apartados siguientes, tienen por objeto prevenir el efecto de las inundaciones y conseguir reducir los daños asociados ó al menos el impacto que estos daños tienen en los ciudadanos. Estas actuaciones tienen una gran efectividad y en general un coste económico sensiblemente inferior al de las medidas estructurales. No obstante, plantean dificultades de aplicación y requieren una difícil coordinación entre las distintas administraciones implicadas. Esta coordinación debe realizarse en un marco legal complejo con distintos ámbitos competenciales. Se pueden clasificar en los siguientes grupos:

Medidas que persiguen la disminución del riesgo por disminución de la vulnerabilidad. Estas medidas son las que tienen que ver con la Ordenación Territorial y se pueden resumir en las siguientes:

- Elaboración de mapas de peligrosidad de inundación
- Revisión del planeamiento urbano municipal a la vista de los resultados de los trabajos complementarios de cartografía de peligrosidad de inundación
- Reserva de usos del suelo para determinadas zonas teniendo en cuenta los estudios de inundabilidad realizados

Medidas, cuyo objetivo es la disminución de la vulnerabilidad durante la inundación. Entre las que destacan la elaboración de planes de emergencia y la disposición de ayudas para los afectados por la inundación. Se resumen a continuación:

- Actuaciones de Protección Civil:
 - Elaboración y aprobación de los "Planes de Actuación Municipal y/o Planes de Emergencia Municipal ante el riesgo de inundaciones".
- Seguros:
 - Campaña de promoción y divulgación del seguro.

b) Medidas de restauración hidrológico- forestal

El fin último perseguido por estas medidas es la disminución de la escorrentía generada mediante una serie de actuaciones, que consisten en acciones biológicas e hidrotecnias, armónicamente distribuidas entre la cuenca y su cauce. Las acciones biológicas se implantan en la cuenca y las hidrotecnias en los cauces.

Estas medidas tienen además, del objetivo fundamental de disminuir la escorrentía en la cuenca, los siguientes fines:

- La protección del suelo.
- La regulación hídrica y mejora de la calidad del agua.
- La protección, conservación, restauración y mejora del ecosistema (flora, fauna, paisaje, biodiversidad).

c) Medidas estructurales, que persiguen la disminución del riesgo, disminuyendo la peligrosidad.

Esta disminución se puede conseguir, fundamentalmente por dos vías:

Incrementando el umbral de desbordamiento, de esta manera se elimina el riesgo de las crecidas más frecuentes, reduciendo en una magnitud constante el riesgo de las de menor probabilidad. Dentro de este grupo se encuentran los encauzamientos, acondicionamiento de cauces y la mejora de las obras de paso existentes, mediante su ampliación o sustitución

La otra vía persigue la disminución de la magnitud, es decir, la reducción de caudales fluyentes. En ella se encuadran diferentes técnicas de laminación, (Áreas de laminación o zonas de sacrificio).

Para establecer el caudal de diseño de las obras a realizar incluidas dentro de las medidas estructurales, se ha elegido como criterio óptimo de diseño para cauces, que discurran por zonas urbanas, el objetivo de un control de la inundación para el caudal correspondiente a 500 años de período de retorno, siempre que el tejido urbano permita la realización de las obras necesarias para conseguir dicho control. Este criterio está en línea con lo dispuesto en el Plan de Acción Territorial de Carácter Sectorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA - 2002).

Para actuar sobre cauces en entornos rurales se adopta el caudal de avenida comprendida entre los 25 y los 50 años de período de retorno.

3.2. METODOLOGÍA

El planteamiento general, que se ha seguido para realizar el análisis de alternativas, para los distintos ríos y barrancos incluidos en el Plan Director de Defensa contra las Avenidas en la Comarca de la Marina Baja, ha sido considerar una serie de soluciones, partiendo de la **Solución 0**, que consiste en no realizar ninguna actuación, manteniendo las condiciones existentes en la actualidad, ir añadiendo actuaciones, en primer lugar, actuaciones de tipo no estructural, que constituirán la **Solución 1**, hasta llegar a la adopción de medidas estructurales, que constituirían la **Solución 2**.

Se resumen a continuación los tipos de soluciones planteadas:

Solución 0, consiste en no realizar ninguna actuación, manteniendo las condiciones existentes en la actualidad

Solución 1, en esta solución estarían incluidas las siguientes tipos de actuaciones: Actuaciones sobre la Ordenación Territorial de la zona, Protección Civil, en lo que se refiere a Planes de Emergencia frente a las inundaciones, actuaciones por parte de las compañías de seguros y de tipo restauración hidrológico forestal de la cuenca.

La **Solución 2** estaría formada por actuaciones estructurales. En primer lugar, se priorizarían las actuaciones sobre la sección del cauce y sobre las obras de paso existentes (con el fin de mejorar la capacidad de transporte de los cauces) y en el caso de que estas últimas no fuesen suficientes para la reducción del riesgo en caso de avenidas, se proponen elementos de regulación y laminación de los hidrogramas (Áreas de reserva para laminación o zonas de sacrificio) en el cauce o fuera del mismo.

Con el fin de poder estimar el riesgo que comporta cada una de las soluciones propuestas, se hace un cálculo de este riesgo, como producto de la valoración económica del daño o afección por la probabilidad de que se produzca. Por lo tanto es necesario realizar una valoración económica de los daños producidos en cada uno de los escenarios, partiendo de la situación actual (Solución 0, no se proponen actuaciones) y pasando por cada de las soluciones propuestas.

Los pasos a seguir en el estudio de soluciones se recogen a continuación de forma resumida:

- ❖ Análisis de la situación actual.
- ❖ Planteamiento de alternativas Se plantean soluciones partiendo de la situación actual, empezando primero por las actuaciones de tipo no estructural, para ir añadiendo las de tipo estructural
 - **Descripción** de las alternativas propuestas

- **Análisis Económico**, que incluye los siguientes apartados:
 - Análisis de costes (Valoración de las actuaciones propuestas)
 - Análisis de riesgo, para lo cual se hace una estimación del riesgo como producto de la valoración del daño por la probabilidad de que se produzca.
 - Análisis Coste- Beneficio, entendiendo como beneficio la disminución del riesgo

- **Análisis multicriterio**
 - Resultados del estudio de Alternativas.

4. EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL RIESGO

4.1. CLASIFICACIÓN DE DAÑOS

Los daños que provoca una inundación, se han clasificado del siguiente modo:

- Daños Tangibles: Cuantificables en términos económicos
 - Daños directos
 - Los daños físicos sobre los bienes (Propiedades Privadas, Infraestructuras de Titularidad Pública)
 - Los costes de las medidas de emergencia adoptadas
 - Coste de limpieza de calles, casas, etc.
 - Daños Indirectos: De difícil determinación y con una gran variabilidad
- Daños Intangibles

Para la evaluación del riesgo, en el presente Plan se han considerado exclusivamente los daños tangibles debido a la enorme dificultad de evaluar los intangibles (pérdida de vidas humanas, daños psicológicos, pérdidas arqueológicas, etc.), y dentro de los tangibles, los daños indirectos se han considerado como un porcentaje de los directos.

4.2. DATOS DEL CONSORCIO DE COMPENSACIÓN DE SEGUROS

Para la evaluación de los costes directos provocados por las inundaciones de la Marina Baja, se ha partido de los datos del Consorcio de Compensación de Seguros, a partir de los cuales, y una vez depuradas las bases de datos, se han elaborado las curvas de vulnerabilidad (ver apartado siguiente), que relacionan calado de la inundación con coste medio de daños por metro cuadrado afectado.

En la siguiente tabla se detallan los importes tasados en euros actuales que han sido valorados por el Consorcio de Compensación de Seguros en el periodo de tiempo comprendido entre los años 1.995 y la actualidad. Se realiza una distribución anual de los importes y se detalla la cuantía total para cada uno de los municipios de la comarca de la Marina Baja.

Población	Total	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
ALFAS DEL PI	2,479,427			77,115		51,244	13,952	56,760	101,177
ALTEA	3,274,278			95,569	2,578	14,078	136,974	71,675	151,606
BENIDORM	6,235,896		1,538	653,851	743		112,057	10,689	246,920
BENIFATO	8,533								
BENIMANTELL	19,414								
BOLULLA	2,735								
CALLOSA D'EN S.	679,767								
FINESTRAT	1,091,228			113,685			752	19,439	34,764
LA NUCIA	1,762,941	2,194	1,860	78,891		26,690	2,117	5,821	93,977
LA VILA JOIOSA	651,283		325	169,397		1,734	772	12,818	19,476
ORXETA	157,707			22,630				19,860	613
POLOP	226,280								613
RELLEU	134,304			847					
SELLA	47,282			3,204					
TARBENA	101,580								
TOTAL MARINA BAJA	16,873,716	2,194	3,722	1,215,190	3,321	93,746	267,209	197,062	649,146
Población	Total	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
ALFAS DEL PI	2,479,427	20,915	6,010	38,623	16,108	2,059,932	4,273	29,145	4,173
ALTEA	3,274,278	3,939	42,604	164,115	51,169	2,430,897	44,506	64,566	
BENIDORM	6,235,896	13,157		15,107	253,667	4,541,372	34,558	352,239	
BENIFATO	8,533					8,533			
BENIMANTELL	19,414					16,213			3,202
BOLULLA	2,735					2,735			
CALLOSA D'EN S.	679,767					661,116		15,893	2,758
FINESTRAT	1,091,228			12,142	6,282	804,996	78,728	17,592	2,847
LA NUCIA	1,762,941		2,822	9,958	15,621	1,449,506	613	72,873	
LA VILA JOIOSA	651,283	166		1,817		426,131	9,847	8,799	
ORXETA	157,707	20,969				86,418	2,416	4,800	
POLOP	226,280				341	215,981	3,715	5,630	
RELLEU	134,304					127,107		6,350	
SELLA	47,282					26,443	17,635		
TARBENA	101,580	3,643				97,937			
TOTAL MARINA BAJA	16,873,716	62,790	51,436	241,762	343,188	12,955,792	196,291	577,887	12,980

Daño Material (en euros actuales) distribuido por poblaciones y años en el periodo 1.995 – 2.010

A la vista de la información presentada, destacan los importes obtenidos para las poblaciones de Benidorm, Altea y Alfás del Pi. Si el análisis se realiza desde el punto de vista temporal, cabe destacar el año 2.007 con gran diferencia respecto del resto, ya que del total de casi 17 millones de Euros del periodo del que se tiene información, 13 corresponden al mencionado año.

En la siguiente tabla se presentan los daños agregados por poblaciones pero distribuidos por tipo de riesgo. Como era de esperar la mayor cuantía se presenta en vivienda, seguida de comercios y vehículos.

Población	Total	VIVIENDAS	COMUNIDADES	VIVIENDAS Y COMUNIDAD	COMERCIO	VEHICULOS	
ALFAS DEL PI	2,479,427	1,966,772	67,465		268,902	130,744	
ALTEA	3,274,278	2,455,204	200,220		332,298	204,068	
BENIDORM	6,235,896	1,562,742	379,786		2,994,944	437,005	
BENIFATO	8,533	8,533					
BENIMANTELL	19,414	13,976					
BOLULLA	2,735	2,002				733	
CALLOSA D'EN SARRIÀ	679,767	228,205	3,524		16,168	59,267	
FINESTRAT	1,091,228	538,654	29,430		91,813	34,094	
LA NUCIA	1,762,941	1,536,571	17,715	2,194	50,122	30,005	
LA VILA JOIOSA	651,283	569,468	24,050	325	33,359	17,925	
ORXETA	157,707	155,176				2,530	
POLOP	226,280	220,012				6,268	
RELLEU	134,304	91,950			20,402	21,952	
SELLA	47,282	30,713	1,302		15,267		
TARBENA	101,580	51,392	48,163		2,026		
TOTAL MARINA BAJA	16,873,716	9,432,431	771,654	2,518	3,825,302	944,592	
Población	Total	ALMACENES-NAVES	GRANDES SUPERFICIES	HOTELES	INDUSTRIA	INSTALACIONES DEPORTIVAS	INDEFINIDOS
ALFAS DEL PI	2,479,427	2,012		22,073	11,899		9,560
ALTEA	3,274,278	3,550	185	3,682	8,419	21,532	45,120
BENIDORM	6,235,896	1,333	6,107	72,252	332,695	53,446	395,585
BENIFATO	8,533						
BENIMANTELL	19,414						5,438
BOLULLA	2,735						
CALLOSA D'EN SARRIÀ	679,767			137,810			234,792
FINESTRAT	1,091,228	1,023	13,430	56,232	326,553		
LA NUCIA	1,762,941	4,812	3,680		940	102,227	14,675
LA VILA JOIOSA	651,283				3,515		2,641
ORXETA	157,707						
POLOP	226,280						
RELLEU	134,304						
SELLA	47,282						
TARBENA	101,580						
TOTAL MARINA BAJA	16,873,716	12,729	23,403	292,049	684,020	177,206	707,812

Daño Material (en euros actuales) distribuido por el tipo de riesgo y el año de ocurrencia en el periodo 1.995 – .010

A la vista de la información anterior, es posible individualizar los grandes eventos de precipitación ocurridos en el periodo del que se tiene información. En la tabla siguiente se muestran los datos por poblaciones para los eventos más dañinos ocurridos entre 1.997 y 2009. Cabe destacar nuevamente el evento ocurrido los días 11 y 12 de octubre de 2.007, con más de 11 millones de euros en indemnizaciones.

Población	30/09/1997	11/11/1999	23/10/2000	02/04/2002	06/05/2002	21/09/2007	11/10/2007	27/09/2009	14/12/2009
ALFAS DEL PI	72,510		8,731		48,813	3,626	2,018,380	20,085	2,000
ALTEA	43,314		123,905		138,308	124,582	2,093,139	40,800	2,439
BENIDORM	653,851		112,057		23,960	541,246	3,735,749	137,410	
BENIFATO							8,533		
BENIMANTELL							16,213		
BOLULLA							2,735		

Población	30/09/1997	11/11/1999	23/10/2000	02/04/2002	06/05/2002	21/09/2007	11/10/2007	27/09/2009	14/12/2009
CALLOSA D'EN SARRIÀ							661,116	12,523	
FINESTRAT	111,013				11,443	50,861	730,397	16,512	1,080
LA NUCIA	66,488		378		81,861	93,121	1,291,242	72,604	
LA VILA JOIOSA	167,517		772		17,661	40,652	349,148	7,594	
ORXETA	22,630						86,418	4,800	
POLOP					613		215,981	5,630	
RELLEU	847					24,215	102,891	6,350	
SELLA	3,204						26,443		
TARBENA							81,863		
TOTAL MARINA BAJA	1,141,375	0	246,428	0	322,660	878,303	11,420,722	324,307	5,519

Daño Material (en euros actuales) distribuido por poblaciones para los grandes eventos del periodo 1.995 – 2.010

Dada la importancia del evento de octubre de 2.007 en el conjunto de datos analizado, se muestra a continuación una última tabla en la que se refleja únicamente dicho evento. Los importes reflejan el daño material tasado en euros actuales para cada una de las poblaciones de la Marina Baja y con discretización por el tipo de riesgo. Por tipo de riesgo destacan las viviendas por encima del resto, seguido por comercios y vehículos, mientras que por poblaciones cabe destacar, Benidorm, Altea y Alfás del Pi.

Población	VIVIENDAS	COMUNIDADES	COMERCIO	VEHICULO	GRAN SUPERFICIE	HOTELES	INDUSTRIA	INSTALACION DEPORTIVA	INDEF.
ALFAS DEL PI	1,662,488	35,536	212,543	107,261					552
ALTEA	1,655,107	74,355	255,986	103,055					4,636
BENIDORM	1,145,762	261,755	1,838,537	172,573	6,107	2,351	243,568	17,653	47,443
BENIFATO	8,533								
BENIMANTELL	10,775								5,438
BOLULLA	2,002			733					
CALLOSA D'EN SARRIÀ	218,924	3,524	16,168	59,267		137,810			225,423
FINESTRAT	398,141	20,351	5,666	4,256			301,983		
LA NUCIA	1,134,515	9,951	19,254	17,710	3,680		940	102,227	2,964
LA VILA JOIOSA	320,718	9,210	15,705				3,515		
ORXETA	84,848			1,569					
POLOP	209,713			6,268					
RELLEU	82,489		20,402						
SELLA	9,874	1,302	15,267						
TARBENA	31,674	48,163	2,026						
TOTAL MARINA BAJA	6,976,039	464,146	2,401,554	472,693	9,788	140,161	550,005	119,880	286,456

Daño Material (en euros actuales) distribuido por el Tipo de Riesgo y Población para el Evento de los días 11 y 12 de Nov. de 2.007

4.3. CURVAS DE VULNERABILIDAD

Como se ha expuesto anteriormente, los daños directos van a ser obtenidos por aplicación de curvas de vulnerabilidad (calado-daños) para los diversos tipos de usos del suelo, mientras que los indirectos serán calculados mediante un coeficiente.

4.3.1. CURVAS DE VULNERABILIDAD ELEMENTALES

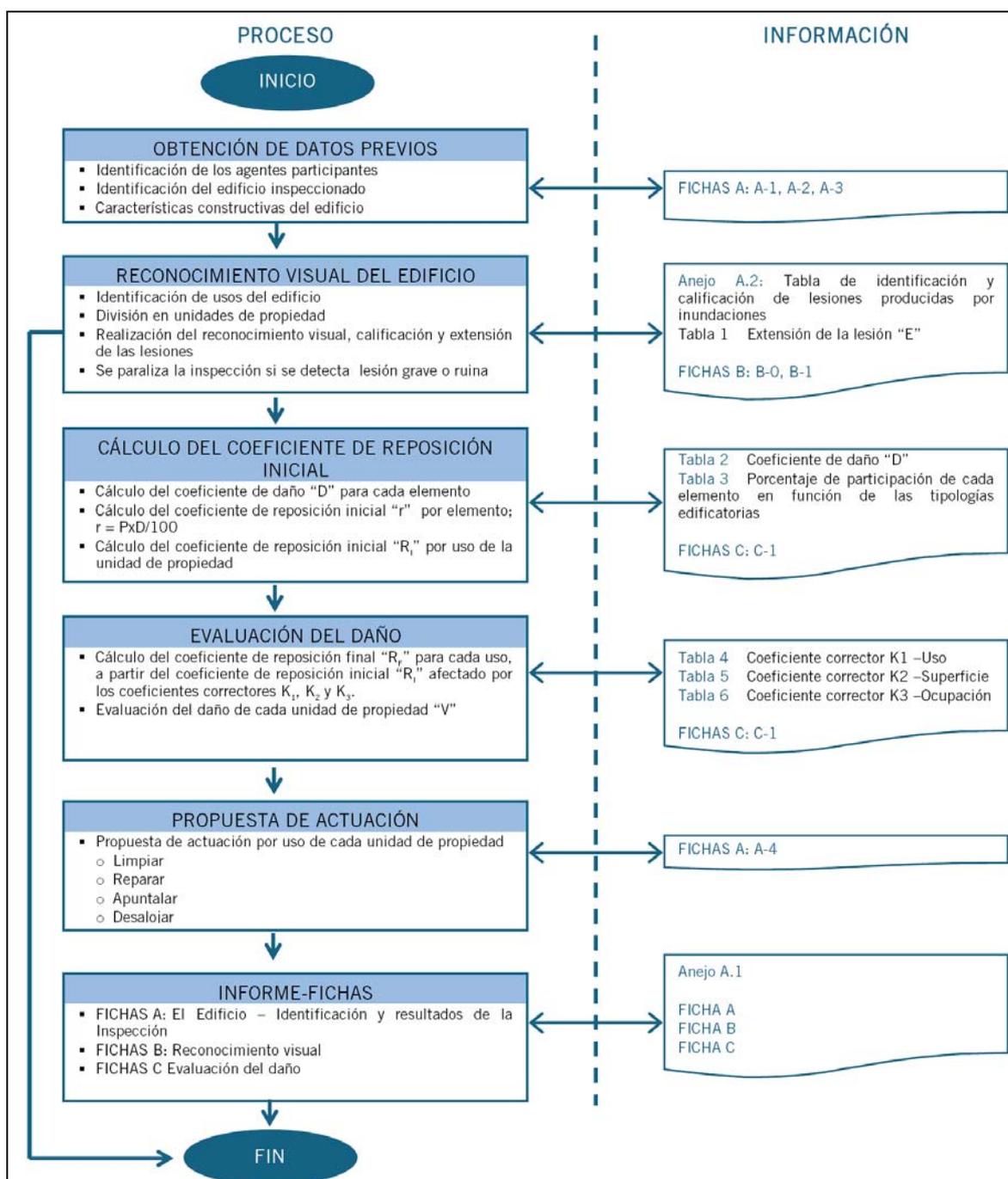
Para poder obtener la curva de vulnerabilidad de cada una de las tipologías en las que se ha dividido el territorio en función del uso del suelo, es necesario disponer de una serie de curvas elementales. Estas curvas elementales van a representar los daños en porcentaje respecto de un valor máximo de daño posible para cada uno de los elementos que pueden sufrir daños. Es decir, si se inunda una zona residencial, dentro de la misma nos vamos a encontrar con viviendas, garajes en planta de sótano, comercios, vehículos, etc. Lógicamente, los daños que se produzcan en una vivienda no podrán ser evaluados de la misma forma que los producidos sobre un local comercial o un garaje. Es necesario disponer, como punto de partida, de estas curvas elementales que van a representar la evolución de los daños en porcentaje con respecto de la lámina de agua para cada uno de los siguientes bienes afectados por la inundación.

Se han elaborado curvas de vulnerabilidad elemental para los usos de Residencial en Planta Baja, Garaje en Sótano, Jardín Privado, Limpieza de Viales, Daños en Viales, Vehículos en Garaje, Vehículos en Viales, Comercio, Industrial, Arbolado de Secano, Arbolado de Regadío, Cultivos de Secano y Cultivos de Regadío

Para la obtención de la curva de vulnerabilidad elemental, se ha partido de la metodología de trabajo establecida en la "Guía para la Inspección y Evaluación de daños en edificios por inundaciones", publicada en septiembre de 2.009 por el Instituto Valenciano de la Edificación y editado por la Consellería de Medi Ambient, Aigua Urbanisme i Habitatge de la Generalitat Valenciana.

El procedimiento consta de las siguientes etapas, que se resumen en la figura posterior:

- Toma de datos (Obtención de datos previos y reconocimiento visual del edificio)
- Análisis (Cálculo del coeficiente de reposición inicial y evaluación del daño)
- Resultados (Propuesta de actuación e Informe- Fichas)



Proceso de Inspección y Evaluación de daños por inundaciones (Fuente: I.V.E.)

4.3.2. DETERMINACIÓN DE MÓDULOS

Posteriormente se valoraron los daños máximos que pueden producirse sobre cada uno de los bienes afectados por una inundación. En función de esos daños máximos, podremos obtener los daños para el resto de calados por aplicación de las curvas de vulnerabilidad elementales citadas anteriormente.

El módulo adoptado será distinto para cada uno de los bienes que pueden sufrir daños durante una inundación, y que son los que se han individualizado para la obtención de las curvas de vulnerabilidad

elementales. Este módulo es el valor medio (a lo largo de todo el territorio analizado) de los daños máximos (para calados superiores a 3 m) que provoca una inundación sobre un metro cuadrado del bien analizado.

Los módulos adoptados en el presente Plan son los siguientes:

Tipología	Módulo
Residencial en Planta Baja	200.00 €
Garaje en sótano	50.00 €
Jardín Privado	2.00 €
Viales Limpieza	0.70 €
Viales Daños	15.00 €
Vehículos en Garaje	2.50 €
Vehículos en Viales	2.50 €
Comercial	250 €
Industrial	250 €
Arbolado Regadío	0.50 €
Arbolado Secano	3.00 €
Cultivos Regadío	0.25 €
Cultivos Secano	1.50 €

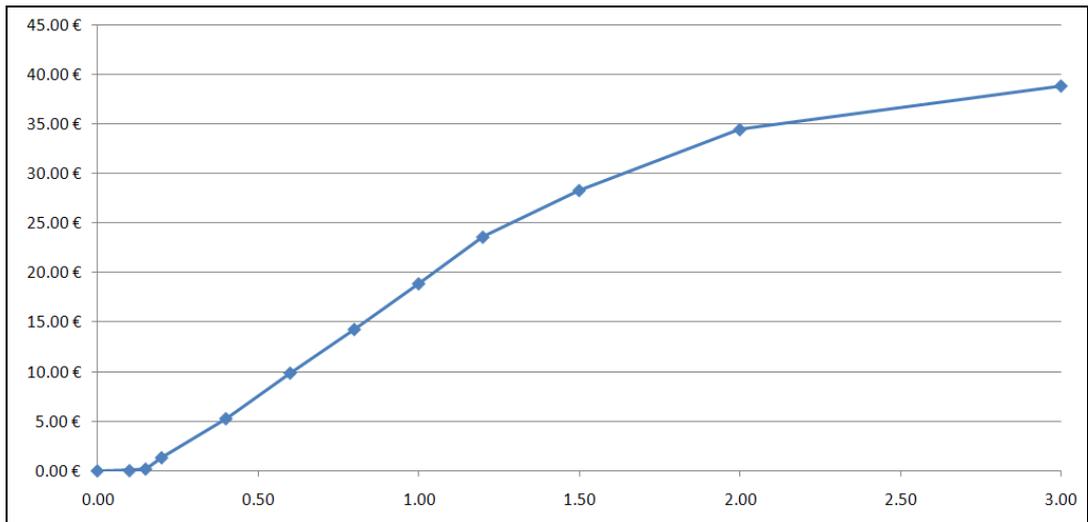
4.3.3. CURVAS DE VULNERABILIDAD POR USOS

A partir de las curvas de vulnerabilidad elementales y de los módulos del apartado anterior, se obtuvieron las curvas de vulnerabilidad para cada tipo de uso. Estas curvas de vulnerabilidad reflejan para cada tipología en que se ha dividido el territorio, el daño en Euros para cada altura alcanzada por la lámina de agua.

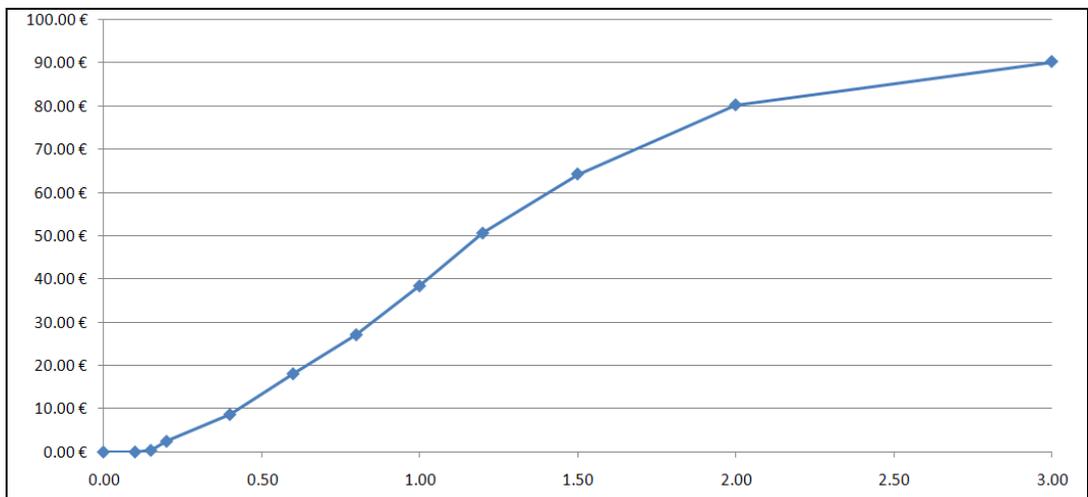
Las curvas obtenidas han sido calibradas a partir de eventos anteriores y validadas con las cifras que aparecen en el PATRICOVA y en las bases de datos del Consorcio de Compensación de Seguros (ver apéndice 9)

Para cada una de las tipologías se va a obtener la correspondiente curva por agregación de los daños sufridos en cada uno de los bienes analizados en las curvas elementales. Para cada uno de estos bienes, se aplicó el módulo correspondiente y un porcentaje de ocupación sobre el territorio. Este porcentaje de ocupación ha sido obtenido de un análisis pormenorizado de cada una de las tipologías en que ha sido dividido el territorio y refleja la ocupación media que existe en cada caso.

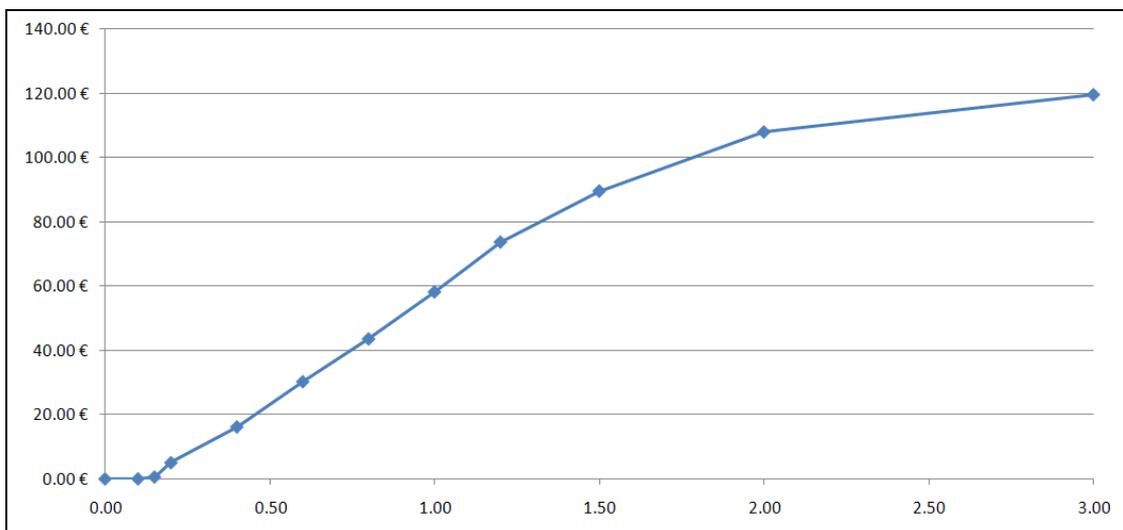
A continuación se adjuntan las curvas de vulnerabilidad para cada tipo de uso, que se han empleado para la evaluación del riesgo en el presente Plan Director de Defensa contra Avenidas en la Marina Baja.



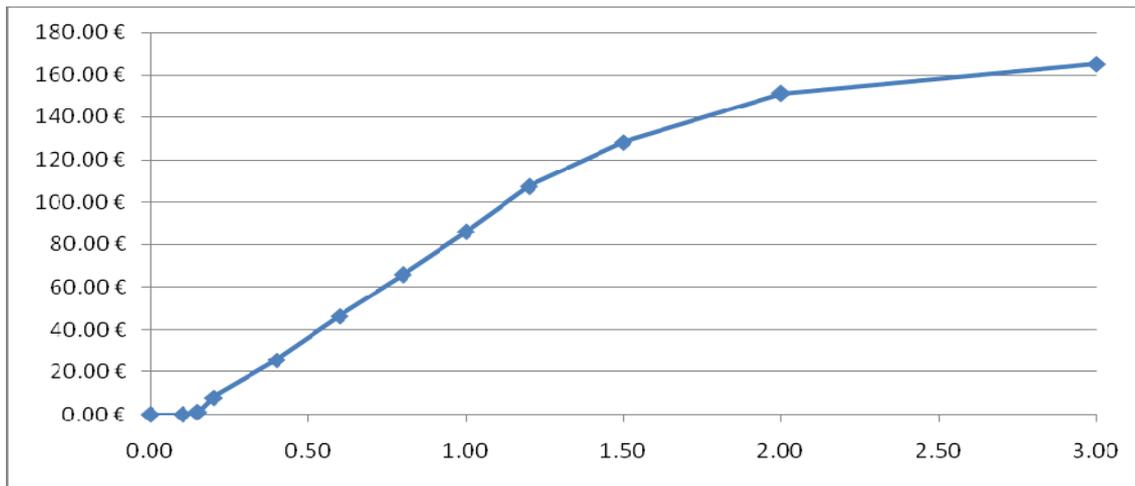
Curva de Vulnerabilidad Residencial de Baja Densidad



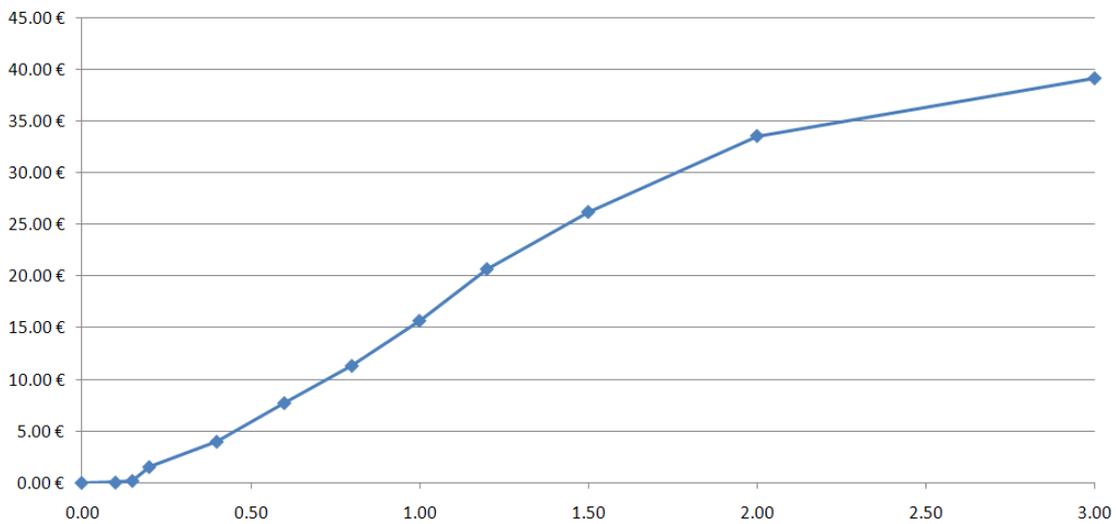
Curva de Vulnerabilidad Residencial de Media Densidad



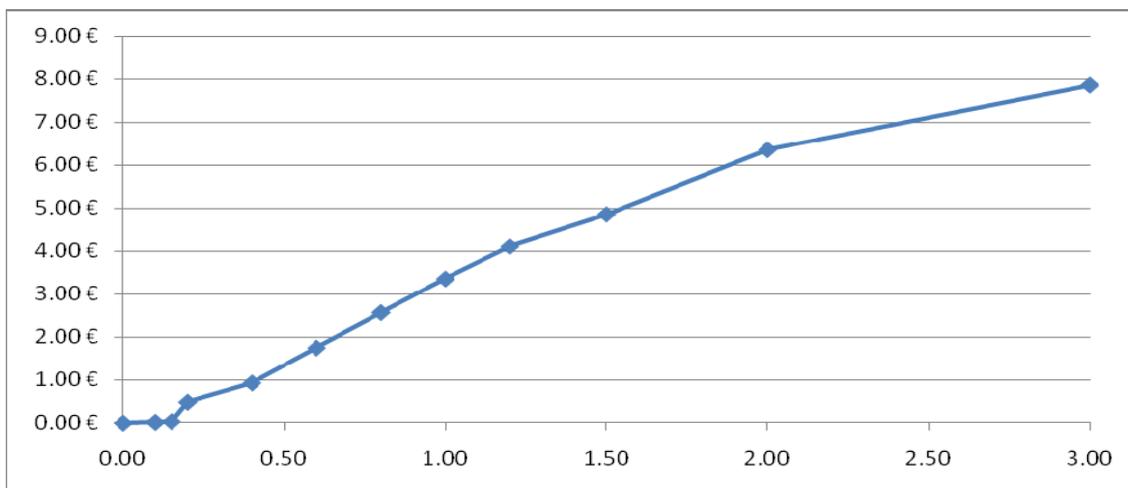
Curva de Vulnerabilidad Residencial de Alta Densidad



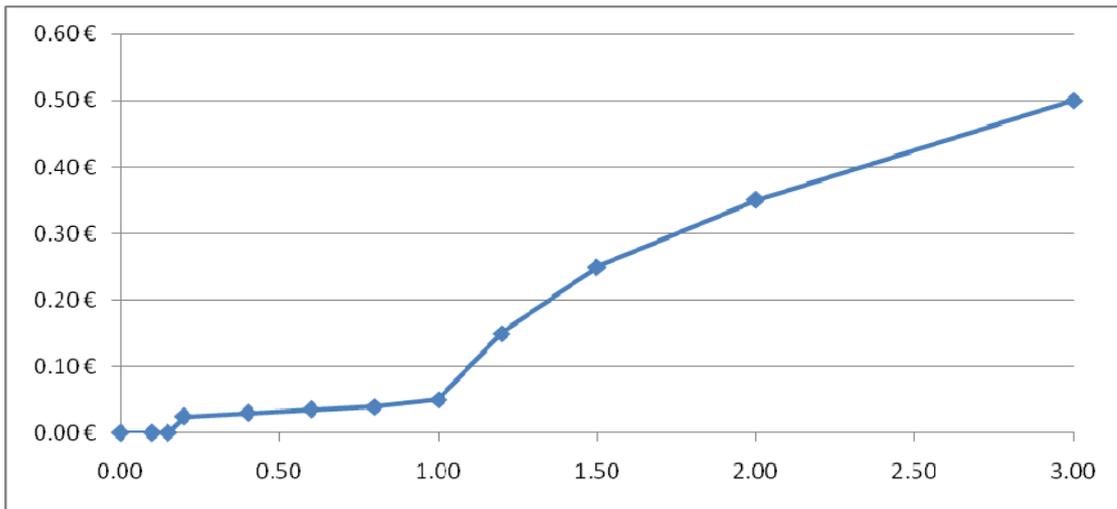
Curva de Vulnerabilidad Viviendas Aisladas en Suelo Agrícola



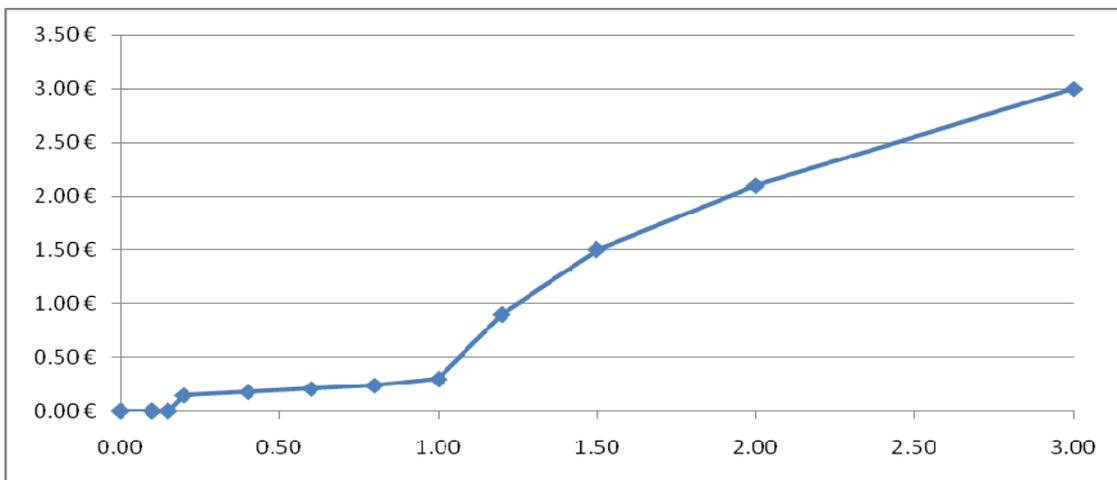
Curva de Vulnerabilidad Industrial



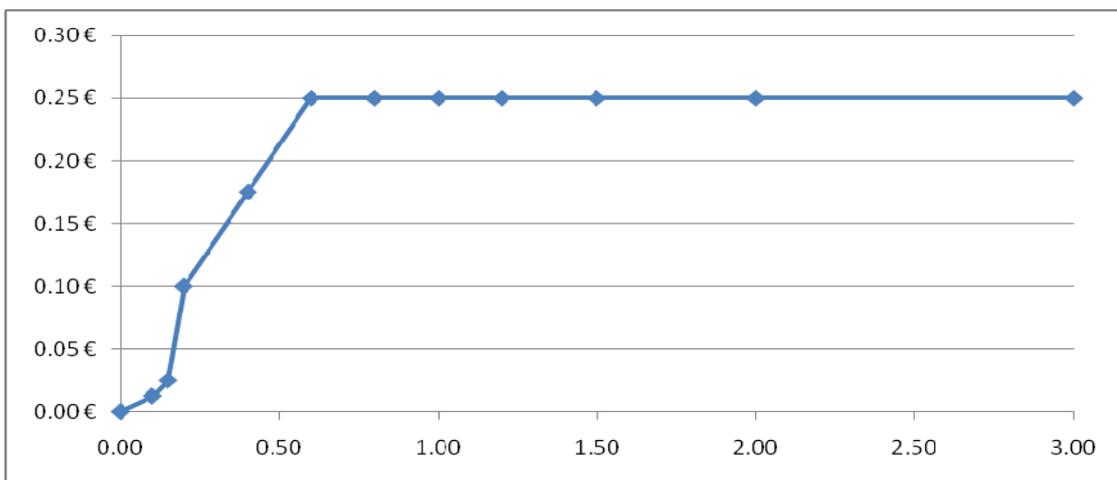
Curva de Vulnerabilidad Infraestructuras



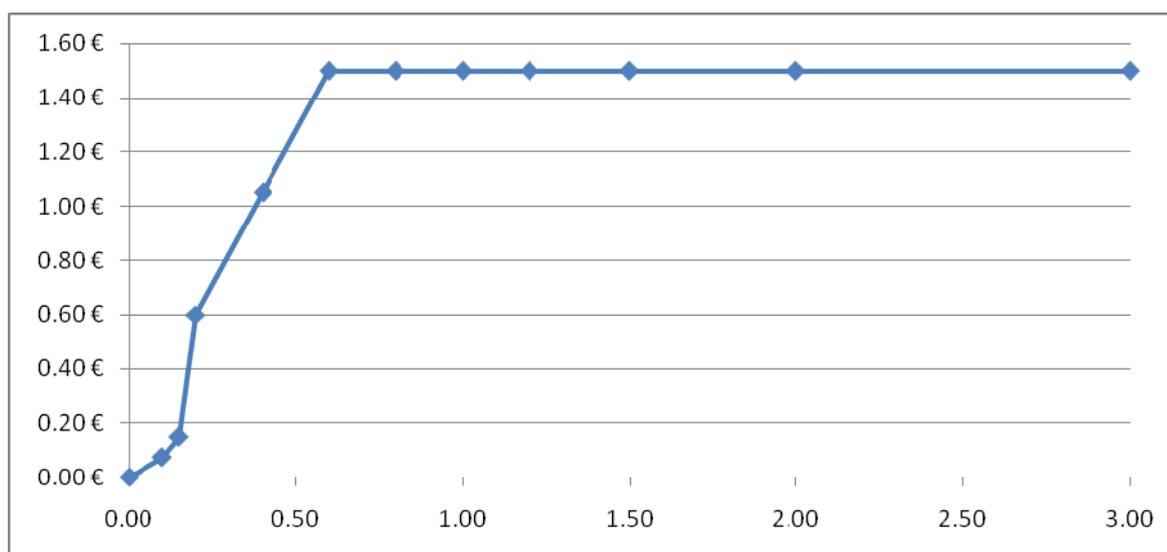
Curva de Vulnerabilidad Cultivos Arbolados en Secano



Curva de Vulnerabilidad Cultivos Arbolados en Regadío



Curva de Vulnerabilidad Cultivos No Arbolados en Secano



Curva de Vulnerabilidad Cultivos No Arbolados en Regadío

4.3.4. DAÑOS INDIRECTOS

Como se ha indicado anteriormente, el coste de los daños indirectos se considera como un porcentaje de los costes directos.

En la mayoría de las experiencias de análisis de daño consultadas, el porcentaje de daños indirectos se encuentra entre el 20 y el 100%. En la memoria del "Avance del Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención de Riesgos de Inundación en la Comunitat Valenciana (PATRICOVA)", se limitó a un máximo del 55% adoptando un coeficiente de daños indirectos variable entre municipios en función de los siguientes factores: Población total del término municipal, Porcentaje de superficie afectada por la inundación., Densidad de población., Número de entidades de población., Valor y composición del parque de viviendas (aproximándolo mediante el número total de viviendas del municipio), Entidad de los sectores productivos localizados (a través del empleo total en el municipio), Porcentaje de población activa ligada a la agricultura.

Con el criterio de no crear diferencias entre los municipios originadas por los daños indirectos, y teniendo en cuenta las características socioeconómicas de la comarca de la Marina Baja, se ha adoptado un coeficiente de daños indirectos del 25% de los costes correspondientes a daños directos.

4.3.5. EVALUACIÓN DEL RIESGO SOBRE LOS USOS ACTUALES

Para proceder a la evaluación del riesgo en situación actual por aplicación de las curvas de vulnerabilidad se procedió en primer lugar a evaluar los daños para los diversos periodos de retorno considerados. Para ello se ha combinado en un único mapa ráster los calados procedentes de la modelación hidráulica con la zonificación realizada para los usos del suelo, las zonas modeladas y los términos

municipales. Mediante una hoja de cálculo se procede a calcular los daños en cada una de las celdas del mapa ráster por aplicación de la ecuación matemática de la curva de vulnerabilidad correspondiente al uso del suelo de la celda y en base al calado obtenido en el modelo hidráulico. Posteriormente se agrupan los daños por municipio y por zonas.

Los resultados obtenidos en la evaluación de daños por términos municipales pueden ser consultados en el apéndice 9.

En la siguiente tabla se representan los valores resultantes desagregados por municipios y zonas

Zona / Municipio	Callosa D'en Sarriá	Polop	Altea	Alfás del Pi	Benidorm	Finestrat	Villajoyosa	TOTAL
Algar, Bolulla	77.360	0	0	0	0	0	0	77.360
Canal, Gulapdar	0	3.679	0	0	0	0	0	3.679
Algar, Vieja, Barranquet	0	0	182.936	0	0	0	0	182.936
Arcs	0	0	27.818	0	0	0	0	27.818
Seguet, Soler, Segur	0	0	6.858	170.899	0	0	0	177.757
Barceló, Llíriet, L'Aiguera, L'Oix	0	0	0	0	229.544	0	0	229.544
Murtal, Xixó	0	0	0	0	8.479	0	0	8.479
Cala	0	0	0	0	0	16.591	11.755	28.346
Torres	0	0	0	0	0	0	313	313
REFOIO, Secanet	0	0	0	0	0	0	124.020	124.020
Amadorio, Arquet	0	0	0	0	0	0	11.640	11.640
SUMA	77.360	3.679	217.612	170.899	238.023	16.591	147.728	871.891

Evaluación del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por municipios y zonas en situación Actual

4.3.6. EVALUACIÓN DEL RIESGO SOBRE LOS USOS PLANIFICADOS

Si se quiere evaluar el impacto futuro a partir de la información disponible en los Planes Generales de Ordenación Urbana de los municipios la metodología es la misma, salvo que la tipología de usos está condicionada a los tipos empleados en el planeamiento.

Para evaluar el riesgo en base al planeamiento de los municipios, se ha utilizado la misma metodología ya utilizada para la evaluación del riesgo en situación actual, con la diferencia de que en lugar de evaluar de nuevo todo el territorio, se procede a evaluar únicamente el incremento en los daños que provocaría el desarrollo de las actuaciones urbanísticas previstas.

Se muestran dos tablas, en las que se incluye el riesgo para los daños tangibles (incluye daños directos e indirectos) con usos planificados y el incremento del riesgo que supone el desarrollo del planeamiento y este mismo incremento en porcentaje.

Zona/ Municipio	Callosa D'en Sarriá	Polop	Altea	Alfás del Pi	Benidorm	Finestrat	Villajoyosa	TOTAL
Algar, Bolulla	77.469	0	0	0	0	0	0	77.469
Canal, Gulapdar	0	3.716	0	0	0	0	0	3.716
Algar, Vieja, Barranquet	0	0	268.590	0	0	0	0	268.590
Arcs	0	0	67.549	0	0	0	0	67.549
Seguet, Soler, Segur	0	0	11.657	188.819	0	0	0	200.476
Barceló, Llíriet, L'Aigüera, L'Oix	0	0	0	0	233.282	0	0	233.282
Murtal, Xixó	0	0	0	0	12.283	0	0	12.283
Cala	0	0	0	0	0	16.591	11.755	28.346
Torres	0	0	0	0	0	0	313	313
REFOIO, Secanet	0	0	0	0	0	0	171.886	171.886
Amadorio, Arquet	0	0	0	0	0	0	11.640	11.640
SUMA	77.469	3.716	347.796	188.819	245.565	16.591	195.594	1.075.549

Evaluación del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por municipios y zonas para usos planificados

Zona/ Municipio	Callosa D'en Sarriá	Polop	Altea	Alfás del Pi	Benidorm	Finestrat	Villajoyosa	TOTAL	%
Algar, Bolulla	109	0	0	0	0	0	0	109	0,14%
Canal, Gulapdar	0	37	0	0	0	0	0	37	1,02%
Algar, Vieja, Barranquet	0	0	85.654	0	0	0	0	85.654	46,82%
Arcs	0	0	39.731	0	0	0	0	39.731	142,83%
Seguet, Soler, Segur	0	0	4.799	17.920	0	0	0	22.719	12,78%
Barceló, Llíriet, L'Aigüera, L'Oix	0	0	0	0	3.738	0	0	3.738	1,63%
Murtal, Xixó	0	0	0	0	3.804	0	0	3.804	44,87%
Cala	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
Torres	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
REFOIO, Secanet	0	0	0	0	0	0	47.866	47.866	38,60%
Amadorio, Arquet	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
SUMA	109	37	130.184	17.920	7.542	0	47.866	203.658	23,36%

Incremento del riesgo por Daños Tangibles en euros al año por municipios y zonas

5. RESUMEN DE LAS ACTUACIONES PREVISTAS

5.1. ALFAZ DEL PÍ

Como consecuencia del resultado del estudio de alternativas realizado (apéndice 10 al presente Plan), se propone la combinación de soluciones de tipo no estructural con otras de tipo estructural

5.1.1. SOLUCIÓN 1: ACTUACIONES DE TIPO NO ESTRUCTURAL

- Elaboración de cartografía de riesgo de inundación para la Rambla de Albir y el Barranco Hondo.
- Recomendación de elaboración y aprobación de Planes de Actuación Municipal ante el riesgo de inundaciones.
- Recomendación de la revisión del planeamiento urbano municipal a la vista de los resultados del presente Plan.
- Recomendación de la promoción y divulgación del seguro para los bienes afectados por las inundaciones.
- Acciones de restauración hidrológico forestal.

Rambla de Albir

En el fondo del cauce de la rambla de Albir se pueden ver paquetes de gravas que se movilizan en las crecidas, si bien la mayor parte de la carga gruesa se deposita antes de llegar al encauzamiento de l'Albir, debido a que el cauce desaparece aguas arriba, no siendo esta carga de sedimentos muy importante, por lo que no se plantea la ejecución de diques y/o albarradas.

Las acciones previstas en la cuenca de recepción de la rambla de Albir serán biológicas, consistiendo en reforestaciones que crearán una importante cobertura vegetal. Estas reforestaciones se realizarán en terrenos desarbolados con erosión grave o muy grave, mediante especies compatibles con la vegetación existente. Alcanzarán una extensión de 37 has aguas arriba de la AP-7 (Esta reforestación ya estaba prevista en el Patricova. 2002). La reforestación se realizará a base de pino carrasco (*Pinus halepensis*) y de fresno común (*Fraxinus rotundifolia*) en un porcentaje de 65% y 35% respectivamente.

Barranco Hondo

No se plantean actuaciones de tipo hidrológico forestal en este barranco.

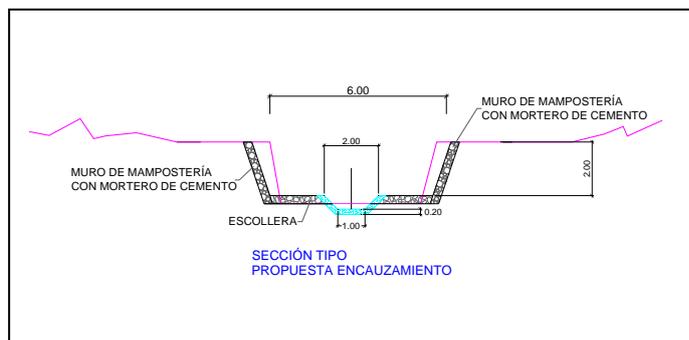
5.1.2. SOLUCIÓN 2: ACTUACIONES DE TIPO ESTRUCTURAL: MEJORA DE LAS OBRAS DE PASO DE LOS BARRANCOS, ADECUACIÓN DE LOS CAUCES Y ÁREAS DE LAMINACIÓN CONTROLADA

A) Mejora de las obras de paso de los barrancos y adecuación de cauces.

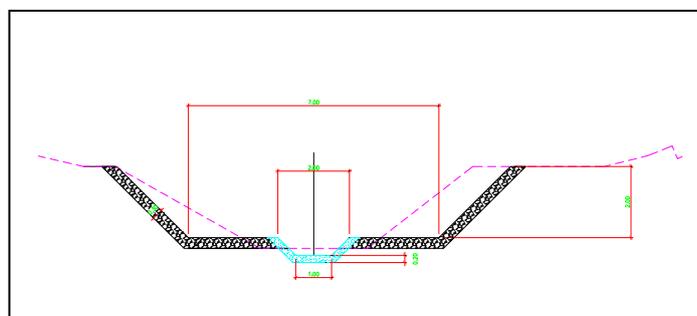
Barranc Fondo

Desde el inicio hasta el cruce del ferrocarril y desde el citado cruce hasta el comienzo del tramo encauzado existente, se propone la ejecución de sendos tramos encauzados con una sección trapecial mediante muros cajeros de mampostería recogida interiormente con hormigón, pero de aspecto seco.

La primera de estas secciones está compuesta por un cauce de aguas bajas de hormigón en masa con sección trapecial y taludes 1H:1V., una solera de escollera de 0.80 metros de espesor y unos muros de mampostería concertada con mortero de cemento con taludes 1H:4V. Esta sección propuesta existe en varios tramos discontinuos con ancho variable. Lo que se pretende es homogeneizar todo el tramo para dotarle de capacidad suficiente.

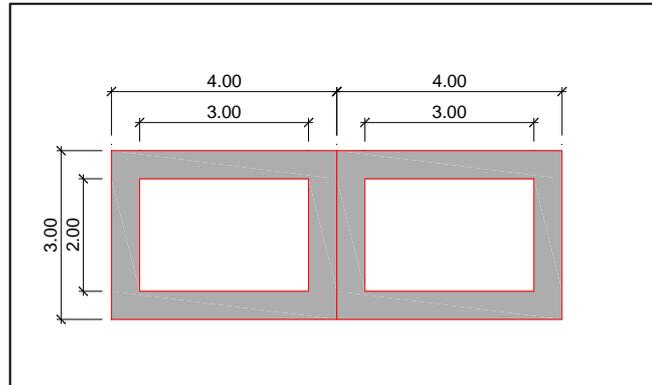


La sección propuesta desde el cruce del ferrocarril hacia aguas abajo, esta compuesta por un cajeadado del cauce consistente en una sección trapecial con un ancho en la base de 7 metros y taludes 1H:1V y con altura de 2.25 m. Se propone una revestimiento de la solera y de los taludes, mediante un encachado de piedra en rama de 30 cm de espesor además de la ejecución de un cauce de aguas bajas de hormigón en masa con sección triangular y taludes 1H:1V.



Se propone también la sustitución de las cuatro primeras obras de paso que presenta el barranco Fondo y de la del cruce de la N-332, debido a la pequeña capacidad de desagüe que presentan.

Se propone la sustitución de estas cinco obras de paso por 5 marcos iguales, compuestos por un marco doble de 3.00x2.00. La sección se recoge a continuación.



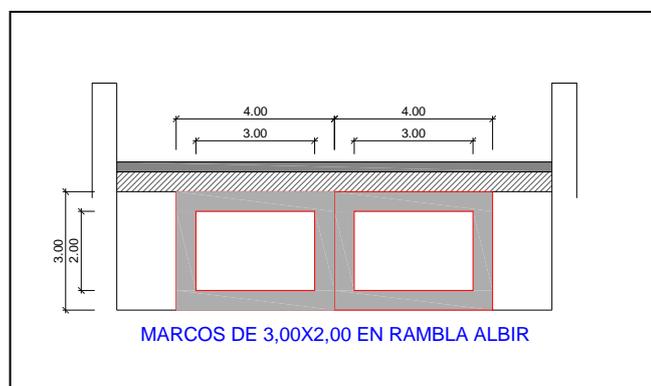
La obra de paso con el ferrocarril Alicante- Denia no se modifica, ya que presenta un marco doble de 4.00x2.00.

Se propone también la ejecución de una corta en el trazado para evitar el brusco giro que presenta el cauce actualmente en la zona de la estación de elevación de aguas residuales.

Rambla de Albir

Dada la configuración actual del cauce de la rambla que termina en una calle asfaltada, que además tiene una elevada pendiente, la solución que se propone es la ejecución de un encauzamiento cubierto, formado por una batería de marcos dobles, de dimensiones interiores de 3.00x2.00, con una longitud total de 545 metros, discurriendo por debajo de la calle de la Rambla del Albir. Se ha comprobado que existe un desnivel suficiente entre lo que sería el inicio del encauzamiento, antes del cruce con el ferrocarril y la obra de paso de la glorieta de la confluencia con el barranco Fondo. Aunque en la rambla de Albir no se producen aportes importantes de carga sólida en su cauce, se prevé la ejecución de un dispositivo de retención de sólidos, aguas arriba del comienzo del encauzamiento.

La sección tipo adoptada es la siguiente:



B) Áreas de laminación controlada

Es necesario la ejecución de unos elementos de laminación en ambos barrancos para poder limitar el caudal punta que llega al Bulevar de los Músicos por debajo de los 90 m³/s (capacidad del Bulevar de los Músicos).

En la Rambla del Albir el volumen trasvasado al Área de laminación sería de 273.000 m³., que es el volumen de laminación controlada necesario, lo que supone una extensión de aproximadamente 136.500 m²= 13.65 ha, (suponiendo una altura de lamina de agua de 2.00 metros) con un aliviadero capaz de desaguar 10 m³/s.

En el caso del barranco Fondo, el volumen trasvasado al área de laminación sería de 210.000 m³., lo que supone una extensión de aproximadamente 10.5000 m²=10.5 ha, con una profundidad media de 2.00 metros y con un aliviadero capaz de desaguar 10 m³/s.

Está previsto la adecuación ambiental del Área de laminación mediante plantación de chopos (*populus alba*) y de matorrales del tipo taray (*tamarix sp*) y adelfas (*nerium oleander*).

5.1.3. COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA

Las características del comportamiento hidráulico de la rambla de Albir y del barranco Hondo se pueden resumir en los siguientes puntos:

- o Los dos barrancos presentan hidrogramas similares, en lo que se refiere a caudal punta, y además el tiempo de llegada del pico del hidrograma al Bulevar de los Músicos (donde confluyen ambos barrancos) es prácticamente coincidente. En el caso del barranco Hondo, existe un afluente por margen derecha, que incrementa el caudal punta entre 20 y 25 m³/s.
- o Dado que la capacidad del citado bulevar se ha estimado en 90 m³/s, es necesario la ejecución de dos Áreas de laminación controlada, una en cada barranco, para poder hacer que el caudal punta del hidrograma que llegue a ese punto esté por debajo de ese valor.

La adopción de la solución 1 (medidas de carácter no estructural, incluida la reforestación de la rambla del Albir) permite disminuir los riesgos en un 12.5% de los riesgos actuales.

La solución estructural, consistente en la ejecución de un Área de laminación en cada barranco, el encauzamiento del barranco Hondo mediante una sección de escollera en la solera con muros de mampostería en los taludes y el encajamiento soterrado de la rambla de Albir, mediante una sección de marcos dobles, permiten llegar a reducir los daños actuales en más del 96%.

5.1.4. RESUMEN DE COSTES

5.1.4.1. COSTES DE INVERSIÓN

ACTUACION 1. RESTAURACIÓN HIDROLÓGICA FORESTAL

Rambla de Albir

Reforestación, ordenación urbanística, planes emergencia y seguros

197,589.25 €

SUBTOTAL

197,589.25 €

ACTUACION 2. MEJORA DE LAS OBRAS DE DRENAJE Y ADECUACIÓN DE CAUCES

Barranc Fondo

Adecuación del cauce

362,431.85 €

Obra de paso Alfaz -112

31,550.00 €

Obra de paso Alfaz -111

31,550.00 €

Obra de paso Alfaz -110

31,550.00 €

Obra de paso Alfaz -109

31,550.00 €

Obra de paso Alfaz -107

249,000.00 €

SUBTOTAL

737,631.85 €

Rambla de Albir

Encauzamiento cubierto

916,390.00 €

SUBTOTAL

1,654,021.85 €

ACTUACION 2. AZUD DE DESVIACIÓN Y ÁREA DE LAMINACIÓN

Barranc Fondo

Azud de derivación y Área de laminación

2,275,014.50 €

Rambla de Albir

Azud de derivación y Área de laminación

2,792,337.95 €

SUBTOTAL

5,067,352.45 €

Total Presupuesto ejecución Material

6,918,963.55 €

5.1.4.2. COSTES AMBIENTALES

ACTUACIONES AMBIENTALES	€/año	K (2005- 2011)	€/año
REFORESTACIÓN	-2.983,09 €	1,17	-3.490,21 €
ADECUACIÓN DE BARRANCO HONDO	202,03 €	1,17	236,38 €
ADECUACIÓN DE RAMBLA ALBIR	0,00 €	1,17	0,00 €
ÁREA DE LAMINACIÓN ALBIR	6.912,05 €	1,17	8.087,10 €
ÁREA DE LAMINACIÓN FONDO	3.032,39 €	1,17	3.547,89 €
REVEGETACIÓN PERÍMETRO ÁREAS DE LAMINACIÓN	- 316,42 €	1,17	-370,21 €
TOTAL COSTES AMBIENTALES			8.010,94 €

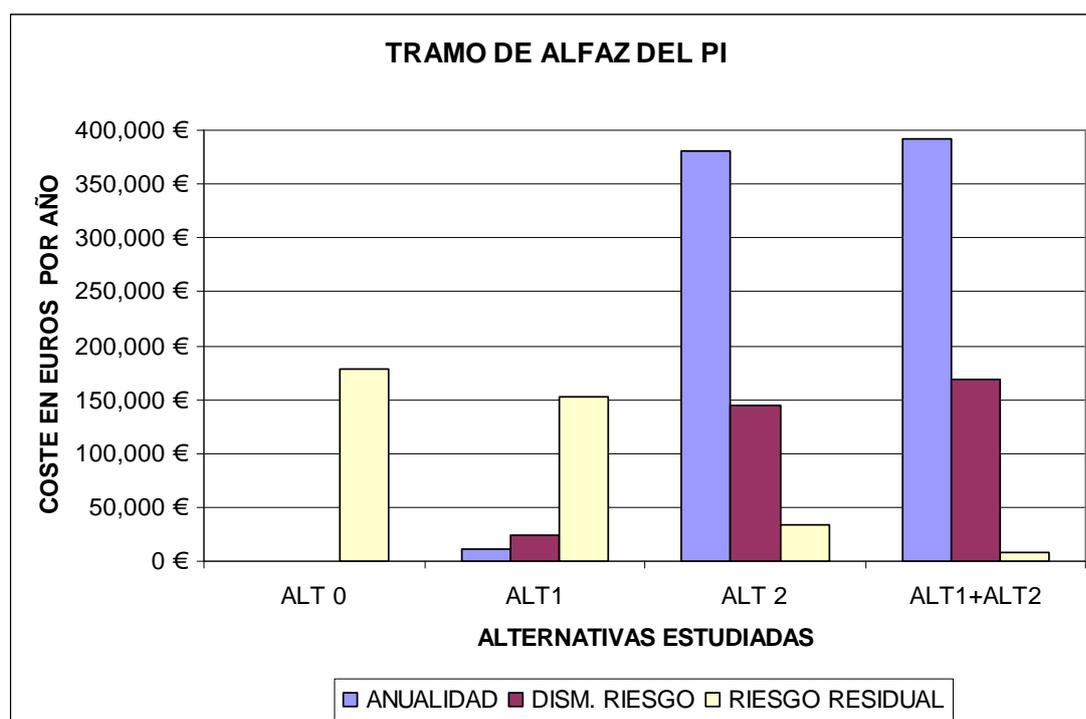
5.1.4.3. ANÁLISIS DE RIESGOS

De acuerdo a la metodología expuesta anteriormente se han estimado los daños en la situación actual y después de las soluciones proyectadas.

La justificación de estas cifras se incluye en el Informe de Vulnerabilidad de la comarca de la Marina Baja. Apéndice 9 al presente Plan.

	DAÑOS DIRECTOS MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 1 (€/AÑO)	REDUCCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 1 (€/AÑO)
Zona/ Municipio	Alfaz del Pí	Alfaz del Pí	Alfaz del Pí	Alfaz del Pí
Rambla de Albir y Barranc Hondo	142,173	177,716	152,825	24,891
	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DISMINUCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 1+ 2 (€/AÑO)	DISMINUCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 1+ 2 (€/AÑO)
Zona/ Municipio	Alfaz del Pí	Alfaz del Pí	Alfaz del Pí	Alfaz del Pí
Rambla de Albir y Barranc Hondo	33,676	144,040	8,785	168,931

5.1.4.4. ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO



ALFAZ DEL PÍ	ALT 0	ALT 1	ALT 2	ALT1+ALT2
Rambla de Albir y Barranc Hondo				
PEM		197.589,25 €	6.721.374,30 €	6.918.963,55 €
COSTES AMBIENTALES		0,00 €	8.010,94 €	8.010,94 €
ANUALIDAD		11.016,63 €	382.762,61 €	393.779,24 €
DISM. RIESGO	0,00 €	24.891,06 €	144.040,14 €	168.931,20 €
RIESGO RESIDUAL	177.715,85 €	152.824,79 €	33.675,71 €	8.784,65 €

5.2. ALTEA

Como consecuencia del resultado del estudio de alternativas realizado (apéndice 10 al presente Plan), se propone la combinación de soluciones de tipo no estructural con otras de tipo estructural

5.2.1. SOLUCIÓN 1: ACTUACIONES DE TIPO NO ESTRUCTURAL

RÍO ALGAR

- Elaboración de cartografía de riesgo de inundación
- Recomendación de elaboración y aprobación de Planes de Actuación Municipal ante el riesgo de inundaciones en Altea.
- Recomendación de revisión del planeamiento urbano municipal a la vista de los resultados del presente Plan.
- Recomendación para la promoción y divulgación del seguro para los bienes afectados por las inundaciones.
- Restauración hidrológico-forestal. Consistirá en reforestaciones que crearán una importante cobertura vegetal. Estas reforestaciones se realizarán en terrenos desarbolados con erosión grave o muy grave, mediante especies compatibles con la vegetación existente. Alcanzarán una extensión de 50 has en la parte alta de la cuenca, aguas arriba de la confluencia de los ríos Algar y Bolulla.. (Esta reforestación ya estaba prevista en el Patricova. (2002). Hay que tener en cuenta que aunque indirectamente, la repoblación que se propone en la cuenca del Algar, aguas arriba de Callosa afectará positivamente en la reducción del caudal punta de avenida del río Algar en la desembocadura en Altea.

BARRANCO DEL BARRANQUET

- Elaboración de cartografía de riesgo de inundación
- Recomendación de elaboración y aprobación de Planes de Actuación Municipal ante el riesgo de inundaciones en Altea.
- Recomendación de revisión del planeamiento urbano municipal a la vista de los resultados del presente Plan.
- Recomendación para la promoción y divulgación del seguro para los bienes afectados por las inundaciones.

BARRANC D'LES ARCS

- Elaboración de cartografía de riesgo de inundación
- Recomendación de elaboración y aprobación de Planes de Actuación Municipal ante el riesgo de inundaciones en Altea.
- Recomendación de revisión del planeamiento urbano municipal a la vista de los resultados del presente Plan.
- Recomendación para la promoción y divulgación del seguro para los bienes afectados por las inundaciones.

5.2.2. SOLUCIÓN 2: ACTUACIONES DE TIPO ESTRUCTURAL: MEJORA DE LAS OBRAS DE PASO DE LOS BARRANCOS, ADECUACIÓN DE LOS CAUCES Y ÁREAS DE LAMINACIÓN CONTROLADA

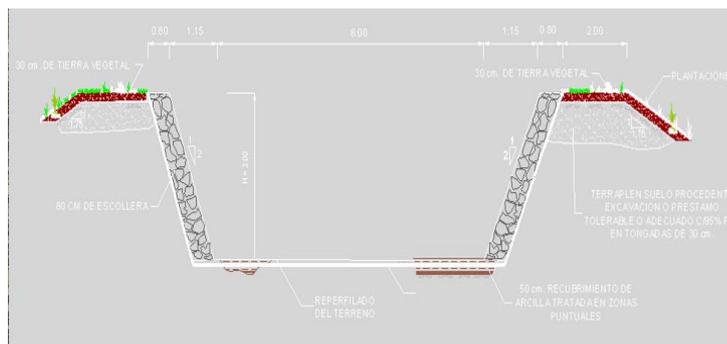
RÍO ALGAR

Dadas las características de las afecciones que se producen debido a las inundaciones durante las avenidas del río Algar, que no son debidas a la capacidad de transporte del cauce ni a las obras de paso, y que los bienes afectados se encuentran en el propio cauce y/o en la zona de policía, no se propone ninguna actuación de tipo estructural, entre otros motivos, porque recientemente, esta parte del cauce del río Algar ya ha sido objeto de obras de limpieza y acondicionamiento del mismo, entre las que se encuentran la ejecución, en la margen derecha, de un muro de mampostería y de un camino destinado a tráfico peatonal y de bicicletas.

BARRANC DEL BARRANQUET

A) Adecuación del cauce y mejora de las obras de paso.

La solución en el caso del Barranquet, está conformada por la adecuación del cauce existente a una sección trapecial de 6 metros de base 2,0 m de altura, taludes 1H/2V revestidos de escollera de 0,8 m de espesor.



Se sustituyen los pontones y pasos inundables que no tienen sección suficiente

En el caso del badén existente de 2.00x0.70, no se propone aumentar su capacidad, dejándolo como badén inundable en caso de avenidas, sin que se produzcan afecciones a viviendas

También se propone la ampliación de la entrada al colector urbano existente, actualmente de dimensiones de 1.50x2.00, aumentando la anchura a 3.00 metros. Esta ampliación de la entrada al colector viene motivada para que la longitud de la transición, que se debe de disponer de la sección del barranco al colector, sea lo menor posible. Al final de esta transición debe de disponerse de un arenero para retención de sólidos antes de la entrada al colector.

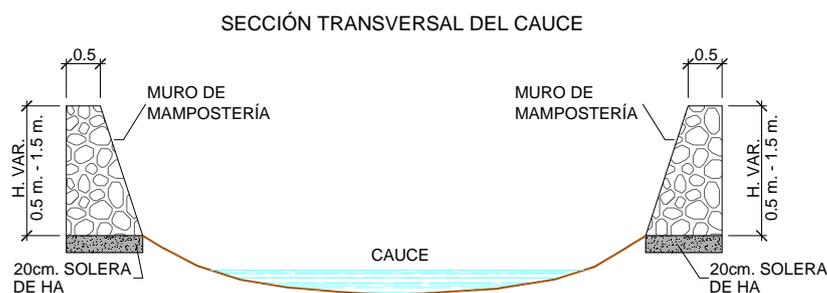
B) Área de laminación controlada

Es necesaria la ejecución de un Área de laminación de un volumen aproximado de 125.000m³, con una profundidad de 2.00 m., con el fin de que el caudal punta que discorra por el encauzamiento del barranco no se a superior a los 35 m³/s, que es la capacidad máxima del colector en el que termina el trazado del barranco. La superficie es aproximadamente de 6.20 has. La ubicación del Área de laminación estaría situada aguas arriba de la AP-7. Esta previsto la adecuación ambiental de la zona ocupada por el Área de laminación mediante plantación de chopos (*populus alba*) y de matorrales del tipo taray (*tamarix sp*) y adelfas (*nerium oleander*).

BARRANC D'LES ARCS

Adecuación del cauce y mejora de las obras de paso.

En un primer tramo aguas arriba de la rotonda del camí Vell d'Alacant,, tramo en el que ya se ha llevado a cabo una limpieza completa de la vegetación existente en el cauce y en las márgenes del barranco, la sección consiste en la ejecución muros de mampostería de altura variable entre 1.50 y 2.00 metros. La longitud a cubrir por estos muros de mampostería es de 610 metros, en dos tramos discontinuos de 500 y 110 metros en la margen izquierda y de 390 metros en tres tramos discontinuos de 35. 245 y 110 metros en la margen derecha.

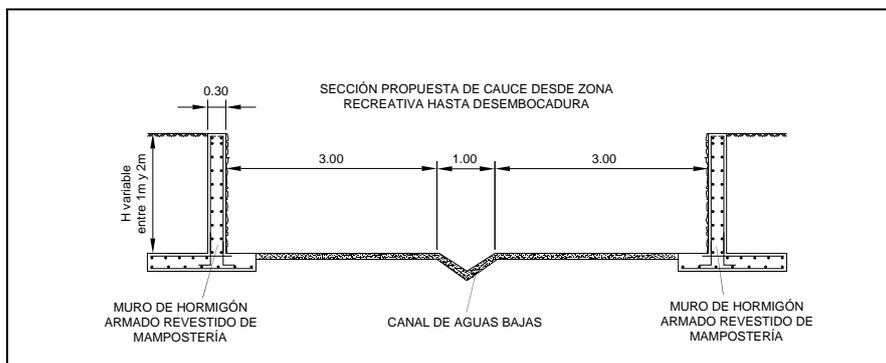
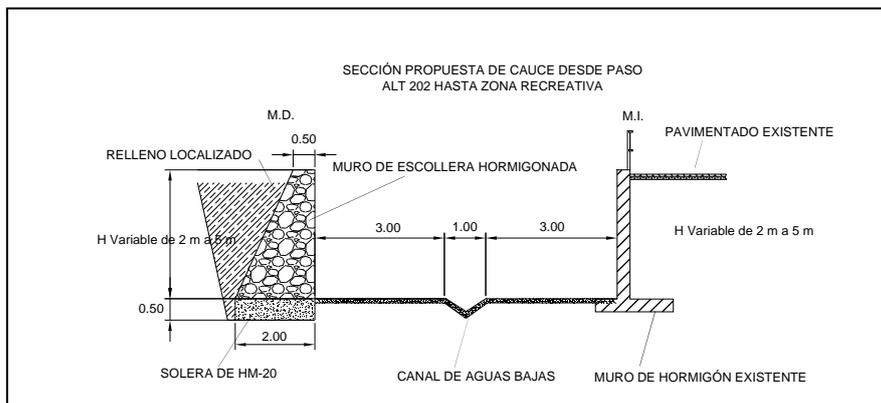


Desde aguas bajo del cruce con la N-332, se propone una sección de 7 metros de ancho, con solera de hormigón y cauce de aguas bajas de 1 metro de ancho.

En la margen izquierda se mantiene el muro de hormigón existente y en la margen derecha se propone un muro de escollera hormigonada de 0,5 m de espesor en la parte superior y 2 m en la parte inferior cimentada en hormigón en masa, con una altura variable entre 2 y 5 metros.

Esta sección se prolonga hasta la desembocadura en el entorno de la zona de juegos infantiles de la margen izquierda. A partir de este punto se plantea una sección de la misma anchura de 7 metros, teniendo un cauce de aguas bajas de 1 metro de anchura y 0,5 m de calado y estando sus bordes flanqueados por sendos muros de hormigón revestidos de mampostería y de altura variable entre 1 y 2 metros.

Las secciones propuestas son las siguientes:



Se sustituyen además los pontones y pasos inundables que no tienen sección suficiente (ver apéndice 10).

5.2.3. COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA

RÍO ALGAR

La repoblación forestal de la cuenca del río Algar antes de su confluencia con el río Bolulla en una extensión de 200 has, provoca la disminución del caudal punta de las avenidas que se produzcan.

La evaluación en cuanto a la disminución del riesgo existente en la situación actual ha dado un resultado del 13%.

BARRANC DEL BARRANQUET

El comportamiento de este barranco viene condicionado por dos factores.

- El trazado del barranco al llegar a Altea, ve reducida su sección hasta confundirse con una de las acequias de riego existentes en la zona de los cultivos de naranjos, antes de la entrada en el colector existente que discurre por debajo de la Avenida de Juan Alvarado.
- La capacidad del colector se ha estimado entre 35 y 40 m³/s sin que entre en carga y dado que la avenida correspondiente a 500 años de periodo de retorno alcanza un valor punta de 66 m³/s, es necesario la ejecución de un elemento de regulación, este caso un Área de laminación, que permita que el caudal punta fluyente por el barranco no exceda de la capacidad del colector.

La adopción de la solución 1 (medidas de carácter no estructural) permite disminuir los riesgos en un 10% de los riesgos actuales.

La solución estructural, consistente en la ejecución de un Área de laminación y el encauzamiento del barranco mediante una sección de escollera en los taludes, permiten llegar a reducir los daños actuales en más del 88%.

BARRANC D'LES ARCS

Este barranco presenta en cuanto su inundabilidad una cierta semejanza con el barranc de Barranquet, ya que tiene dos zonas bien diferenciadas.

- La primera de ellas, que discurre por terrenos agrícolas, concretamente cultivos de naranjos, situada antes del cruce con la rotonda existente aguas arriba de la N-332, presenta desbordamientos por ambas márgenes, principalmente por la izquierda, llegando a afectar a la carretera N-332 y a zonas de carácter claramente urbano

- o La segunda es la zona de la desembocadura, desde el cruce con la carretera N-332 hasta el final, donde la sección existente es incapaz de transportar el caudal de avenidas a partir de la de 50 años de periodo de retorno.

Como en el caso anterior la adopción de la solución 1 (medidas de carácter no estructural) permite disminuir los riesgos hasta cerca de un 10% de los riesgos actuales.

La solución estructural, consistente en la ejecución de unos de muros de mampostería, con alturas variable entre 1 y 2 metros, de carácter discontinuo, en ambas márgenes y la adecuación del cauce en su tramo final, así como la ampliación de la última obra de paso, en el cruce de la Avenida del Puerro, permiten reducir los daños actuales en más del 76%.

5.2.4. RESUMEN DE COSTES

5.2.4.1. COSTES DE INVERSIÓN

RÍO ALGAR

Algar

ACTUACION 1. ORDENACIÓN URBANÍSTICA, PLANES DE EMERGENCIA Y SEGUROS

Ordenación urbanística, planes de emergencia y seguros en el río Algar	10,000.00 €
--	-------------

SUBTOTAL ACTUACIÓN 1	100,000.00 €
-----------------------------	---------------------

TOTAL	100,000.00 €
--------------	---------------------

BARRANC DEL BARRANQUET

Barranquet

ACTUACION 1. ORDENACIÓN URBANÍSTICA, PLANES DE EMERGENCIA Y SEGUROS

Ordenación urbanística, planes de emergencia y seguros en el barranco de Barranquet	75,000.00 €
---	-------------

SUBTOTAL ACTUACIÓN 1	75,000.00 €
-----------------------------	--------------------

ACTUACION 2. MEJORA DE LAS OBRAS DE DRENAJE Y ADECUACIÓN DE CAUCES

Ejecución de sección trapezoidal en acequia

Excavación con medios mecánicos, incluso agotamientos y transporte a vertedero o lugar de empleo	184,210.00 €
--	--------------

Escollera	89,309.43 €
-----------	-------------

Hormigón en masa	100,620.00 €
------------------	--------------

Geotextil de fibra continua. Instalado.	13,260.00 €
---	-------------

Perfilado y refino de taludes	975.00 €
-------------------------------	----------

Relleno y extendido de tierras, por medios mecánicos incluso aporte de las mismas	50,700.00 €
---	-------------

Excavación con medios mecánicos, incluso agotamientos y transporte a vertedero o lugar de empleo	184,210.00 €
--	--------------

SUBTOTAL	439,074.43 €
-----------------	---------------------

Sustitución de obras de paso	
Obra de paso Barranquet ALT-303	52,500.00 €
Obra de paso Barranquet ALT-302	22,000.00 €
Obra de paso Barranquet ALT-305	24,000.00 €
Ejecución de areneros	9,726.57 €
SUBTOTAL	108,226.57 €
SUBTOTAL MEJORA DE LAS OBRAS DE DRENAJE Y ADECUACIÓN DE CAUCES	547,301.00 €
ACTUACION 3. ÁREA DE LAMINACIÓN	
Canal de derivación	12,920.45 €
Azud de desviación	51,730.75 €
Canal de by-pass	11,931.45 €
Área de laminación	1,813,247.00 €
SUBTOTAL	1,889,829.65 €
TOTAL	2,512,130.65 €

BARRANC D'LES ARCS

Barranc d'els Arcs

ACTUACION 1. ORDENACIÓN URBANÍSTICA, PLANES DE EMERGENCIA Y SEGUROS

	Total
Ordenación urbanística, planes de emergencia y seguros en Barranc des Arcs	50,000.00 €
SUBTOTAL ACTUACIÓN 1	50,000.00 €

ACTUACION 2. MEJORA DE LAS OBRAS DE DRENAJE Y ADECUACIÓN DE CAUCES

Nueva sección de paso en ALT-201	45,500.00 €
Cauce 2 muros de hormigón 7 de anchura	116,824.77 €
Cauce 1 muros de hormigón existente- escollera	51,415.38 €
Muros mamposteria protección de cauce (M.I./M.D)	328,000.00 €
Obra de paso ALT-207	19,800.00 €
Obra de paso ALT-205	13,200.00 €
SUBTOTAL	574,740.15 €
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	624,740.15 €

5.2.4.2. COSTES AMBIENTALES

RÍO ALGAR

RESUMEN ALTERNATIVA 1 ALGAR	€/ha*año	K (2005-2011)	€/ha*año
REFORESTACIÓN	18.193,09 €	1,17 €	- 21.285,92 €

BARRANC DEL BARRANQUET

RESUMEN ALTERNATIVA 2 BARRANQUET	€/ha*año	K (2005-2011)	€/ha*año
ADECUACIÓN DEL CAUCE Y SUSTITUCIÓN DE PASOS	506,54 €	1,17	592,65 €
ÁREA DE LAMINACIÓN DAÑOS AMBIENTALES	4.152,05 €	1,17	4.857,90 €
RESTAURACIÓN BORDE ÁREA DE LAMINACIÓN	-266,71 €	1,17	- 312,05 €
TOTAL COSTES AMBIENTALES			5.138,50 €

BARRANC D'LES ARCS

RESUMEN ALTERNATIVA 2 D'ELS ARCS	€/ha*año	K (2005-2011)	€/ha*año
ADECUACIÓN DEL CAUCE Y SUSTITUCIÓN DE PASOS	442,65 €	1,17	517,90 €
TOTAL COSTES AMBIENTALES			517,90 €

5.2.4.3. ANÁLISIS DE RIESGOS

De acuerdo a la metodología expuesta anteriormente se han estimado los daños en la situación actual y después de las soluciones proyectadas.

La justificación de estas cifras se incluye en el Informe de Vulnerabilidad de la comarca de la Marina Baja. Apéndice 9 al presente Plan.

RÍO ALGAR

	DAÑOS DIRECTOS MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCION 1 (€/AÑO)	REDUCCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 1 (€/AÑO)
Zona/ Municipio	Altea	Altea	Altea	Altea
Altea 1 Río Algar	80,634	100.793	87,646	13,147

BARRANC DEL BARRANQUET

	DAÑOS DIRECTOS MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 1 (€/AÑO)	REDUCCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 1 (€/AÑO)
Zona/ Municipio	Altea	Altea	Altea	Altea
Altea 1 Barranco de Barranquet	65,714	82,143	71,775	10,368
	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DISMINUCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 1+SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DISMINUCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 1+SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)
Zona/ Municipio	Altea	Altea	Altea	Altea
Altea 1 Barranco de Barranquet	20,106	62,037	9,738	72,405

BARRANC D'ELS ARCS

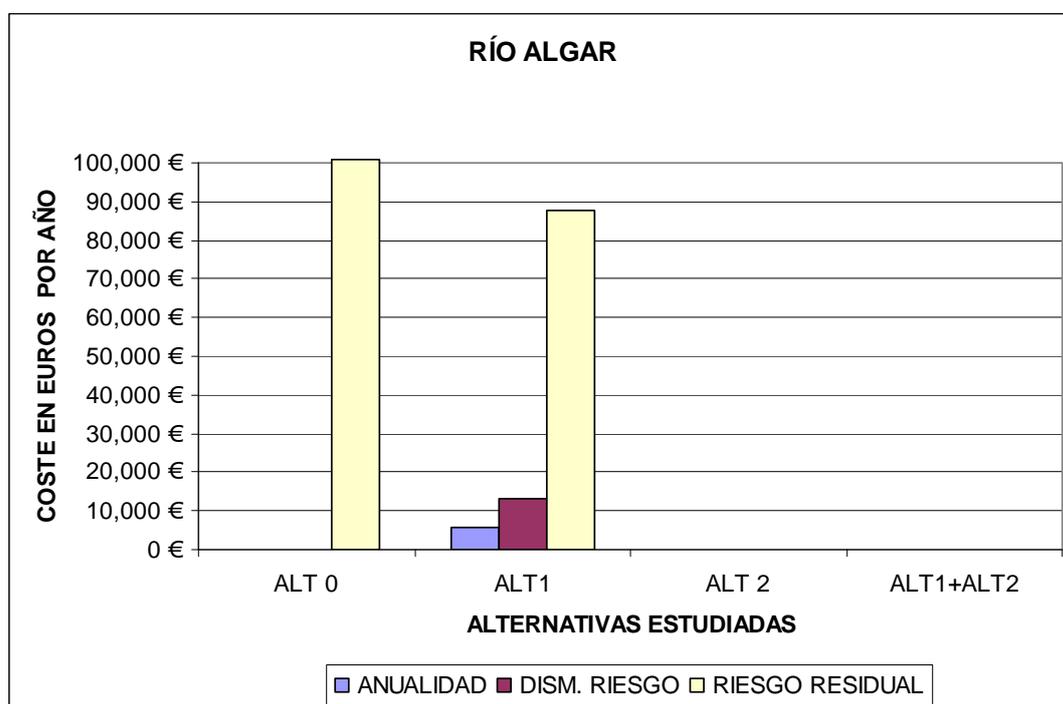
	DAÑOS DIRECTOS MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 1 (€/AÑO)	REDUCCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 1 (€/AÑO)
Zona/ Municipio	Altea	Altea	Altea	Altea
Altea 2 Barranco des Arcs	21,614	27,017	24,315	2,702

	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DISMINUCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 1+SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DISMINUCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 1+SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)
Zona/ Municipio	Altea	Altea	Altea	Altea
Altea 2 Barranco des Arcs	9,403	17,614	6,701	20,316

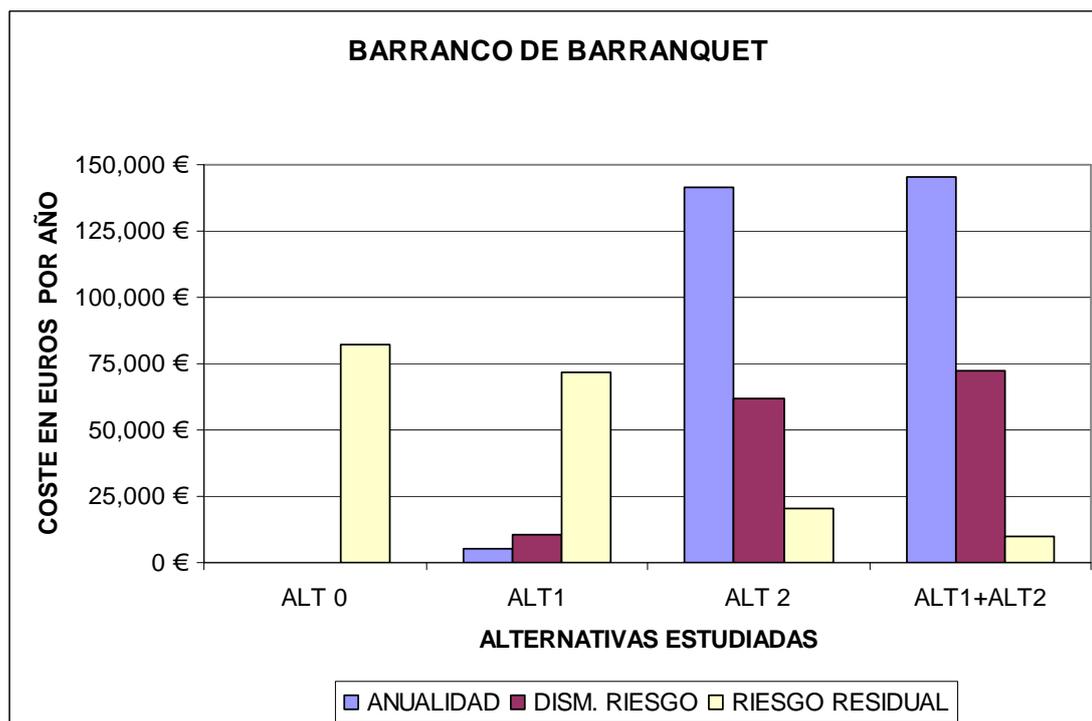
5.2.4.4. ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO

RÍO ALGAR

ALTEA-1	ALT 0	ALT1	ALT 2	ALT1+ALT2
Río Algar				
PEM		100.000,00 €	---	
COSTES AMBIENTALES		-21.285,92 €	0,00 €	0,00 €
ANUALIDAD		5.575,52 €		
DISM. RIESGO	0,00 €	10.093,00 €		
RIESGO RESIDUAL	100.793,00 €	90.700,00 €		

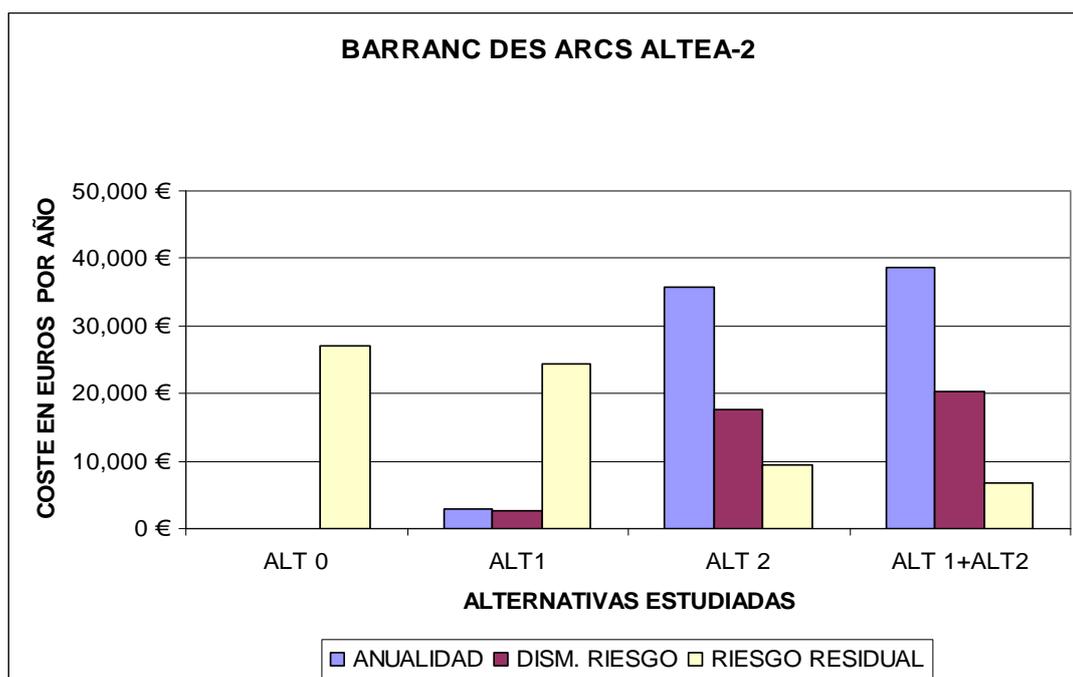

BARRANC DEL BARRANQUET

ALTEA-1	ALT 0	ALT1	ALT 2	ALT1+ALT2
Barranco de Barranquet				
PEM		100.000,00 €	2.420.270,40 €	2.495.270,40 €
COSTES AMBIENTALES		0,00 €	5.138,50 €	-16.147,42 €
ANUALIDAD		5.575,52 €	140.081,20 €	122.976,92 €
DISM. RIESGO	0,00 €	8.243,00 €	62.037,00 €	66.283,00 €
RIESGO RESIDUAL	82.143,00 €	73.900,00 €	20.106,00 €	15.860,00 €



BARRANC D'LES ARCS

ALTEA-2	ALT 0	ALT1	ALT 2	ALT1+ALT2
Barranc d'els Arcs				
PEM		50.000,00 €	574.740,15 €	624.740,15 €
COSTES AMBIENTALES		0,00 €	517,90 €	517,90 €
ANUALIDAD		2.787,76 €	32.562,66 €	35.350,42 €
DISM. RIESGO	0,00 €	2.802,66 €	18.414,66 €	20.621,66 €
RIESGO RESIDUAL	27.817,66 €	25.015,00 €	9.403,00 €	7.196,00 €



5.3. BENIDORM

Como consecuencia del resultado del estudio de alternativas realizado (apéndice 10 al presente Plan), se propone la combinación de soluciones de tipo no estructural con otras de tipo estructural

5.3.1. SOLUCIÓN 1: ACTUACIONES DE TIPO NO ESTRUCTURAL

En los cuatro barrancos afectados de este tramo, Lliriet, Barceló, Murtal y Xixó, reproponen las mismas actuaciones de tipo no estructural:

- Elaboración de cartografía de riesgo de inundación
- Recomendación de elaboración y aprobación de Planes de Actuación Municipal ante el riesgo de inundaciones en Altea.
- Recomendación de revisión del planeamiento urbano municipal a la vista de los resultados del presente Plan.
- Recomendación para la promoción y divulgación del seguro para los bienes afectados por las inundaciones.

5.3.2. SOLUCIÓN 2: ACTUACIONES DE TIPO ESTRUCTURAL: MEJORA DE LAS OBRAS DE PASO DE LOS BARRANCOS, ADECUACIÓN DE LOS CAUCES Y ÁREAS DE LAMINACIÓN CONTROLADA

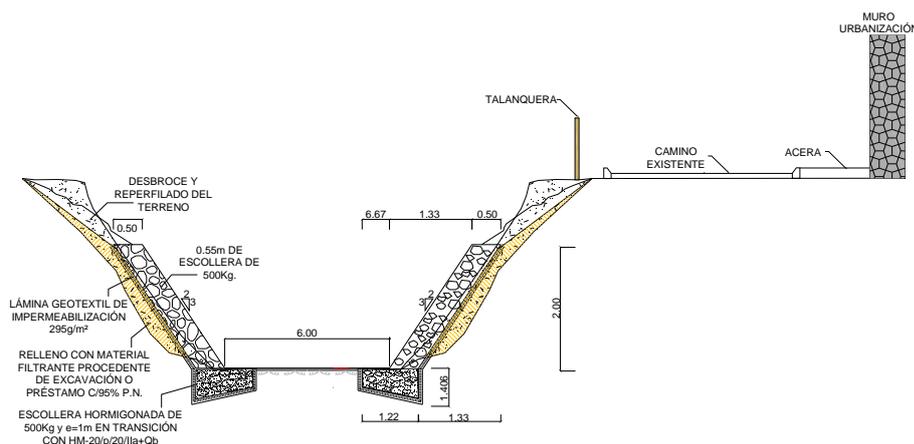
LLIRIET

A) Mejora de las obras de paso y adecuación de su cauce.

Del estudio hidráulico se resume que en el Barranco de Lliriet solo se producen desbordamientos al final del tramo del colector, a partir de la avenida de 100 años de periodo de retorno, cuya capacidad máxima es de 28 m³/s.

No se propone la ampliación o sustitución de ninguna obra de paso, ya que no presentan problemas de capacidad. Si se propone la ejecución de un arenero aguas arriba del cruce de la antigua N-332.

A partir de este cruce se propone el acondicionamiento del cauce en una longitud de 735 metros, mediante una sección con taludes a base de escollera hormigonada y de la ejecución de una acera y de un camino asfaltado en la margen derecha. En la cabeza del talud se propone la instalación de una talanquera. Al final de este tramo se propone la ejecución de otro arenero, aguas arriba de la embocadura del colector, con el fin de evitar la entrada de los arrastres sólidos al mismo.



B) Área de laminación

En el barranco de Lliriet, para evitar los desbordamientos se opta por el diseño de un Área de "sacrificio" desde el punto de vista hidráulico, de tal manera que el caudal máximo que llegue a la embocadura del colector sea de 16 m³/s, para lo cual se plantea la ejecución de un dique en el cauce del barranco, que permita mediante un canal de trasvase, la derivación de la parte alta del hidrograma (a partir de 16 m³/s) hacia un Área de laminación, que sea capaz de almacenar el citado volumen parcial.. Se prevé la ejecución de un canal de reincorporación al barranco, consiguiendo de esta manera, que el caudal máximo circulante por el barranco nunca exceda de los 28 m³/s.

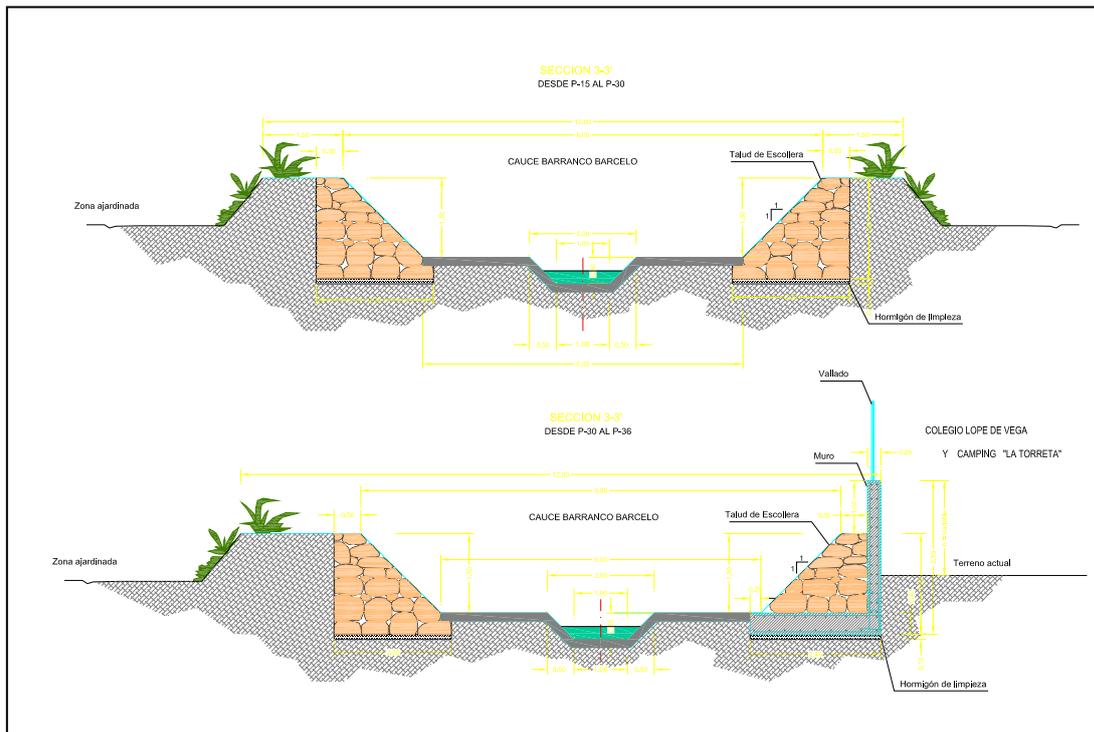
Para una altura de 2 m de profundidad de la citada Área de laminación vemos que la superficie a emplear es de 1,13 Ha. Alrededor de este Área de laminación habrá plantaciones con especies autóctonas que se aclimaten lo mejor posible a las condiciones del suelo y de humedad a las que estarán sometidas. Se ubicará aguas arriba de la actual AP-7.

BARCELÓ

A) Mejora de las obras de paso y adecuación de su cauce.

Se propone la sustitución de las obras de paso que presenta el barranco de Barceló debido a la pequeña capacidad de desagüe que presentan. Se trata de pontones y de badenes inundables, que afectan a caminos locales o privados, pero que provocan desbordamientos del agua circulante por el barranco, aguas arriba de los mismos.

Se propone la prolongación del encauzamiento actual 735 metros hacia aguas arriba, manteniendo las mismas secciones, que se recogen a continuación.



B) Área de laminación

Después de acometer la adecuación del barranco y la mejora de las obras de drenaje, se prevé que la capacidad máxima del Barranco de BARCELÓ sea de $16 \text{ m}^3/\text{s}$, inferior a los $59 \text{ m}^3/\text{s}$ correspondientes al caudal punta de la avenida de 500 años, por lo que se propone la ejecución de un Área de laminación.

El volumen trasvasado a el Área de laminación sería de 214.304 m^3 , lo que supone una extensión de aproximadamente 14.28 has, con una profundidad media de 1,5 m

Finalmente se adoptan dos Áreas de laminación de 2 metros de profundidad y una superficie de 5,2 y 5,6 ha. respectivamente. Alrededor de estas Áreas se plantarán las especies autóctonas más adecuadas para el entorno en el que estarán ubicadas.

MURTAL

El paso bajo la autopista, así como el que tiene lugar bajo la vía férrea y la nueva CN-332, presentan una amplia sección. Aguas abajo de la carretera nacional, el barranco discurre encajado en más de 20 metros, con un marcado perfil en V.

A su llegada a la Vía Parque (Avda. de Cuba) el barranco es encauzado bajo un gran terraplén alzado para la edificación de varias construcciones residenciales, mediante un tubo de 4.20m de diámetro interior. El principal problema de este encauzamiento es que su salida tiene lugar directamente sobre el callejero de Benidorm, en concreto en la avenida de La Vilajoyosa, para cruzar la vieja CN-332 bajo un puente y desaguar por un paso insuficiente en la playa.

No se trata pues de un problema de desbordamiento, el encajamiento de los cauces es acusado hasta su desembocadura, si no de ocupación del lecho y unos taludes compuestos por materiales fácilmente desmenuzables

Para solventar los problemas anteriormente expuestos se propone la ejecución de areneros a la entrada de los pasos en la Av. De Cuba, para retención de sólidos. Se ejecutarán accesos apropiados a dichos pasos para proceder a un mantenimiento continuado.

Para atajar la problemática de inundaciones en la C/ Murtal debido a que como se ha expuesto anteriormente la calle es el antiguo cauce del barranco, anegando la calle en los periodos de fuertes lluvias, se propone continuar con la sección encauzada por medio de dos marcos de 4,00 x 1,00 m de dimensiones interiores. Asimismo se procederá a la sustitución de la actual obra de drenaje en la Avda. de Vicente LLorca.

Resumiendo, las actuaciones estructurales se concretan en la ejecución de areneros en los pasos y en la implantación de 2 marcos de dimensiones interiores 4 x 1 m que den continuidad al tubo de diámetro 4,2 m, por toda la calle Murtal hasta desembocar en la playa.

XIXÓ

Se procederá a mejorar la embocadura del paso debajo de la Avenida de Cuba, ejecutando unas aletas en la embocadura de los 4 marcos de sección 2,00 x 2,00 m. Se propone también la mejora de los taludes en la zona del citado paso, ya que según están actualmente se pueden producir desprendimientos que pueden obturar y taponar dichos marcos.

5.3.3. COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA

LLIRIET

Las características del comportamiento hidráulico del barranco se pueden resumir en los siguientes puntos:

- o La parte final del barranco esta constituida por un colector, cuya capacidad se ha estimado en 28 m³/s) sin que entre en carga, dado que el hidrograma de diseño correspondiente al periodo de retorno de 500 años es de 37 m³/s, es necesario la ejecución de un elemento de regulación, este caso un Área de laminación, que permita que el cauda punta fluyente por el barranco no exceda de la capacidad del colector. El Área de laminación requerida es de mucho menor tamaño que en el caso del barranco de Barceló.

- o En parte final del barranco, en donde termina el colector, se producen inundaciones de poco calado (entre 20 y 40 cm) para las avenidas de 100 y 500 años, debido a la falta de capacidad de la sección ajardinada, que va desde el final del colector hasta la playa.

La adopción de la solución 1 (medidas de carácter no estructural) permite disminuir los riesgos en un 10% de los riesgos actuales.

La solución estructural, consistente en la ejecución de un Área de laminación y el encauzamiento del barranco mediante una sección de escollera en los taludes, permiten llegar a reducir los daños actuales en más del 83%.

BARCELÓ

El comportamiento de este barranco viene condicionado por las siguientes circunstancias

- o Se generan problemas en la zona de desaparición del barranco donde se encuentra una zona de camping y campos de fútbol a partir de la avenida de 25 años de periodo de retorno.
- o El colector que conecta al barranco con el mar tiene capacidad suficiente para desaguar sin producirse desbordamientos en la ciudad hasta la avenida de 100 años de periodo de retorno. (16 m³/s)
- o La capacidad del tramo encauzado del barranco está en el intervalo de 30 a 35 m³/s.
- o La parte final del barranco está constituida por un colector, cuya capacidad se ha estimado en 16 m³/s sin que entre en carga, dado que el hidrograma de diseño correspondiente al periodo de retorno de 500 años es de 59 m³/s, es necesario la ejecución de un elemento de regulación, este caso un Área de laminación, que permita que el caudal punta fluyente por el barranco no exceda de la capacidad del colector.

La adopción de la solución 1 (medidas de carácter no estructural) permite disminuir los riesgos en un 10% de los riesgos actuales.

La solución estructural, consistente en la ejecución de un Área de laminación y el encauzamiento del barranco mediante una sección de escollera en los taludes, permiten llegar a reducir los daños actuales en más del 82%.

La solución adoptada tendrá que ser necesariamente ejecutada simultáneamente a la solución adoptada en el barranco de Lliriet, ya que el conjunto de los dos barrancos constituyen un mismo sistema a efectos de inundación.

MURTAL

El comportamiento de este barranco viene condicionado por las siguientes circunstancias

- o No se producen ningún tipo de desbordamiento del cauce del barranco para las avenidas de los distintos periodos de retorno modelizadas (10 - 500 años), a excepción de la zona que se describe en el siguiente punto.
- o A la salida del tramo del colector de 4.20 metros de diámetro las aguas circulan por la Avenida de la Vila Joyosa, afectando a viviendas con calados que van desde los 40 cm para la avenida de 25 años de periodo de retorno hasta casi 1 metro para la avenida de 500 años de periodo de retorno.

La adopción de la solución 1 (medidas de carácter no estructural) permite disminuir los riesgos en un 10% de los riesgos actuales.

La solución estructural, consistente en la ejecución de una obra de embocadura y un encauzamiento soterrado, que discurre bajo la Avenida de la Villajoyosa, permite llegar a reducir los daños actuales en alrededor del 70%

XIXÓ

No se producen ningún tipo de inundación ni en el tramo del barranco en superficie, ni tampoco en el tramo, en el que el agua discurre por un colector hasta su desembocadura.

Solamente se ha previsto el acondicionamiento del terreno existente aguas arriba de la embocadura del colector (fundamentalmente roca) para que se produzca una entrada, con una dirección del flujo, preferentemente perpendicular a los cuatro marcos de 2.00x1.50 y no como sucede actualmente, en que la entrada del flujo preferente de agua tiene un ángulo de 65° respecto de la normal.

La adopción de la solución 1 (medidas de carácter no estructural) permite disminuir los riesgos en un 10% de los riesgos actuales.

La solución estructural, consistente en la ejecución de una obra de embocadura y un encauzamiento soterrado de 8.00x1.00 metros, que discurre bajo la Avenida de la Villajoyosa, permite llegar a reducir los daños actuales en alrededor del 70%.

5.3.4. RESUMEN DE COSTES

5.3.4.1. COSTES DE INVERSIÓN

LLIRIET

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Lliriet

ACTUACION 1. ORDENACIÓN URBANÍSTICA, PLANES DE EMERGENCIA Y SEGUROS

Ordenación urbanística, planes de emergencia y seguros 100.000,00 €

SUBTOTAL **100.000,00 €**

ACTUACIÓN 2.MEJORA DE LAS OBRAS DE DRENAJE Y ADECUACIÓN DE CAUCES

Acondicionamiento del cauce L=735 m **255.510,75 €**

ACTUACIÓN 3. ÁREA DE LAMINACIÓN

Canal de derivación 12.690,45 €

Azud de desviación 46.684,75 €

Canal de by-pass 11.691,45 €

Área de laminación 388.255,00 €

SUBTOTAL **459.321,65 €**

Total Presupuesto ejecución Material **814.832,40 €**

BARCELÓ

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Barceló

ACTUACION 1. ORDENACIÓN URBANÍSTICA, PLANES DE EMERGENCIA Y SEGUROS

Ordenación urbanística, planes de emergencia y seguros 100.000,00 €

SUBTOTAL **100.000,00 €**

ACTUACION 2. MEJORA DE LAS OBRAS DE DRENAJE Y A DECUACIÓN DE CAUCES

Adecuación del cauce 327.942,30 €

Obra de paso BEN-112 12.700,00 €

Obra de paso BEN-111 12.700,00 €

Obra de paso BEN-110 12.700,00 €

Obra de paso BEN-107 12.700,00 €

SUBTOTAL **378.742,30 €**

ACTUACION 3. AZUD DE DESVIACIÓN Y ÁREA DE LAMINACIÓN

Azud de derivación y Área de laminación **2.044.441,90 €**

Total Presupuesto ejecución Material **2.523.184,20 €**

MURTAL

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Murtal

ACTUACION 1. ORDENACIÓN URBANÍSTICA, PLANES DE EMERGENCIA Y SEGUROS

Barranc de Murtal

Ordenación urbanística, planes de emergencias y seguros barranco de Murtal

35.000,00 €

SUBTOTAL

35.000,00 €

ACTUACION 2. MEJORA DE LAS OBRAS DE DRENAJE Y A DECUACIÓN DE CAUCES

Barranc de Murtal

Ejecución de areneros

29.000,00 €

Obra de recogida

115.000,00 €

Prolongación de colector existente

726.000,00 €

Obra de paso BEN-601

3.800,00 €

SUBTOTAL

873.800,00 €

Total Presupuesto ejecución Material

908.800,00 €

XIXÓ

XIXÓ

ACTUACION 1. ORDENACIÓN URBANÍSTICA, PLANES DE EMERGENCIA Y SEGUROS

Ordenación urbanística, planes de emergencias y seguros barranco de Xixo

5.000,00 €

SUBTOTAL

5.000,00 €

ACTUACION 2. MEJORA DE LAS OBRAS DE DRENAJE Y A DECUACIÓN DE CAUCES

Acondicionamiento de la embocadura del colector

18.600,00 €

Total Presupuesto ejecución Material

23.600,00 €

5.3.4.2. COSTES AMBIENTALES

LLIRIET

ACTUACIONES AMBIENTALES LLIRIET	€/año	K (2005- 2011)	€/año
ENCAUZAMIENTO EN SUELO URBANIZABLE	- €	1,17	0,00 €
ÁREA DE LAMINACIÓN LLIRIET	84,99 €	1,17	99,44 €
RESTAURACIÓN ÁREA DE LAMINACIÓN	- 110,92 €	1,17	-129,78 €
TOTAL COSTES AMBIENTALES LLIRIET			-30,34 €

BARCELÓ

ACTUACIONES AMBIENTALES BARCELÓ	€/año	K (2005- 2011)	€/año
ENCAUZAMIENTO EN SUELO URBANIZABLE	- €	1,17	0,00 €
ÁREA DE LAMINACIÓN 1	176,48 €	1,17	206,48 €
ÁREA DE LAMINACIÓN 2	146,96 €	1,17	171,95 €
RESTAURACIÓN ÁREA DE LAMINACIÓN	- 727,36 €	1,17	-851,01 €
TOTAL COSTES AMBIENTALES BARCELÓ			-472,58 €

MURTAL

ACTUACIONES AMBIENTALES MURTAL	€/año	K (2005- 2011)	€/año
ENCAUZAMIENTO CUBIERTO	100,69 €	1,17	117,81 €
TOTAL COSTES AMBIENTALES MURTAL			117,81 €

XIXÓ

No se producen afecciones a la biodiversidad en el barranco de Xixó

5.3.4.3. ANÁLISIS DE RIESGOS

LLIRIET

	DAÑOS DIRECTOS MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 1 (€/AÑO)	REDUCCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 1 (€/AÑO)
Zona/ Municipio	Benidorm 1	Benidorm 1	Benidorm 1	Benidorm 1
Barranco de Liriet	91,818	114,722	103,222	11,500

	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DISMINUCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 1+SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DISMINUCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 1+SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)
Zona/ Municipio	Benidorm 1	Benidorm 1	Benidorm 1	Benidorm 1
Barranco de Liriet	36,099	78,623	24,599	90,123

BARCELÓ

	DAÑOS DIRECTOS MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 1 (€/AÑO)	REDUCCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 1 (€/AÑO)
Zona/ Municipio	Benidorm 1	Benidorm 1	Benidorm 1	Benidorm 1
Barranco de BARCELÓ	91,818	114,722	103,222	11,500

	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DISMINUCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 1+SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DISMINUCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 1+SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)
Zona/ Municipio	Benidorm 1	Benidorm 1	Benidorm 1	Benidorm 1
Barranco de BARCELÓ	36,099	78,623	24,599	90,123

MURTAL

	DAÑOS DIRECTOS MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 1	REDUCCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 1) (€/AÑO)
Zona/ Municipio	Benidorm 2	Benidorm 2	Benidorm 2	Benidorm 2
Barranco de Murtal	6,105	7,631	6,868	763

	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DISMINUCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 1+SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DISMINUCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 1+SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)
Zona/ Municipio	Benidorm 2	Benidorm 2	Benidorm 2	Benidorm 2
Barranco de Murtal	833	6,798	70	7,561

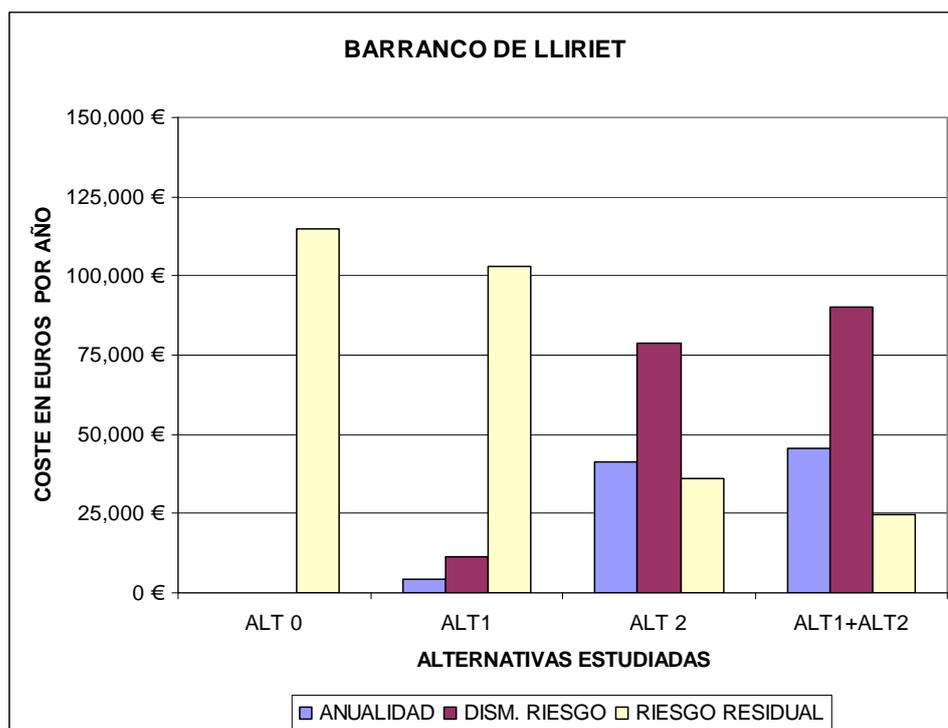
XIXÓ

	DAÑOS DIRECTOS MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 1	REDUCCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 1
Zona/ Municipio	Benidorm 2	Benidorm 2	Benidorm 2	Benidorm 2
Barranco de Xixo	678	848	763	85
	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DISMINUCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 1+2 (€/AÑO)	DISMINUCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES SOLUCIÓN 1+2 (€/AÑO)
Zona/ Municipio	Benidorm 2	Benidorm 2	Benidorm 2	Benidorm 2
Barranco de Xixo	115	733	30	818

5.3.4.4. ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO

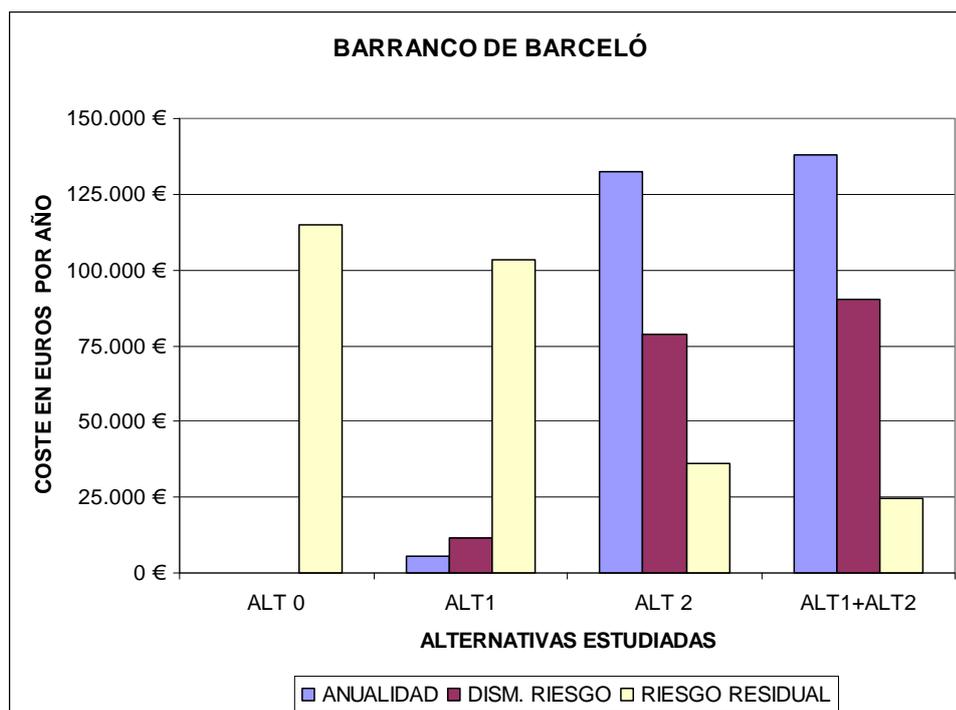
LLIRIET

BENIDORM 1	ALT 0	ALT1	ALT 2	ALT1+ALT2
Barranco de Lliriet				
PEM		80.000,00 €	696.352,30 €	776.352,30 €
COSTES AMBIENTALES		0,00 €	0,00 €	0,00 €
ANUALIDAD		4.460,42 €	38.825,27 €	43.285,69 €
DISM. RIESGO	0,00 €	11.500,00 €	78.623,00 €	90.123,00 €
RIESGO RESIDUAL	114.722,00 €	103.222,00 €	36.099,00 €	24.599,00 €



BARCELÓ

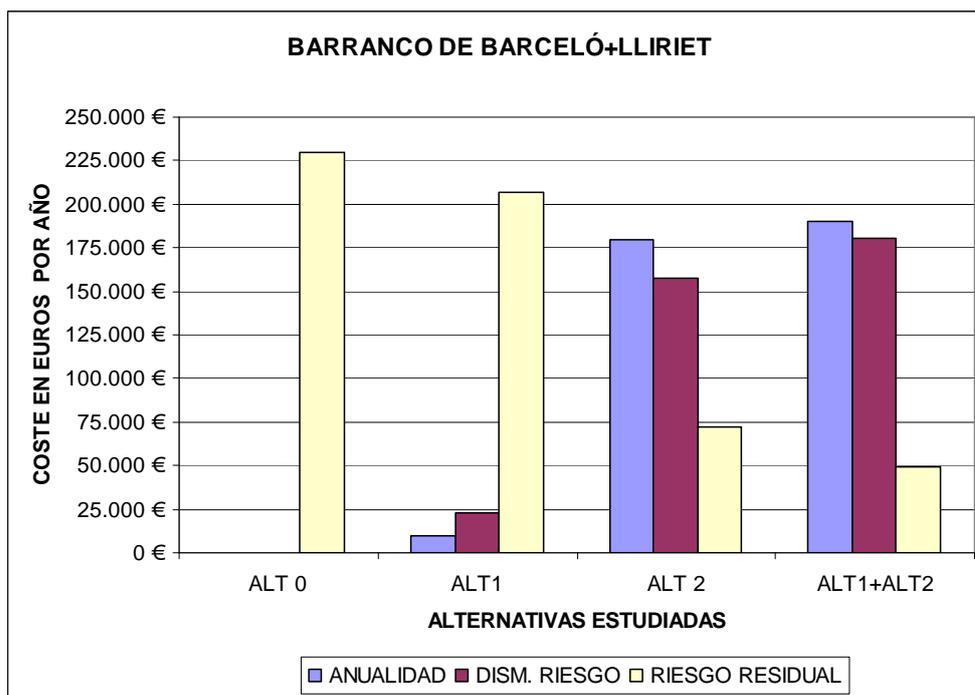
BENIDORM 2	ALT 0	ALT1	ALT 2	ALT1+ALT2
Barranco de BARCELÓ				
PEM		100.000,00 €	2.384.092,15 €	2.484.092,15 €
COSTES AMBIENTALES		0,00 €	-502,92 €	-502,92 €
ANUALIDAD		5.575,52 €	132.422,65 €	137.998,17 €
DISM. RIESGO	0,00 €	11.500,00 €	78.623,00 €	90.123,00 €
RIESGO RESIDUAL	114.722,00 €	103.222,00 €	36.099,00 €	24.599,00 €



ANÁLISIS CONJUNTO LLIRIET-BARCELÓ

Como hemos indicado con anterioridad, no tiene sentido actuar sobre cualquiera de los dos barrancos, Lliriet y Barceló, sin actuar sobre el otro, puesto que, a efectos de inundaciones, constituyen un mismo sistema, siendo los daños ocasionados por el desbordamiento de estos barrancos comunes en un amplio porcentaje. Es por ello que incluimos el análisis coste beneficio conjunto de ambos barrancos.

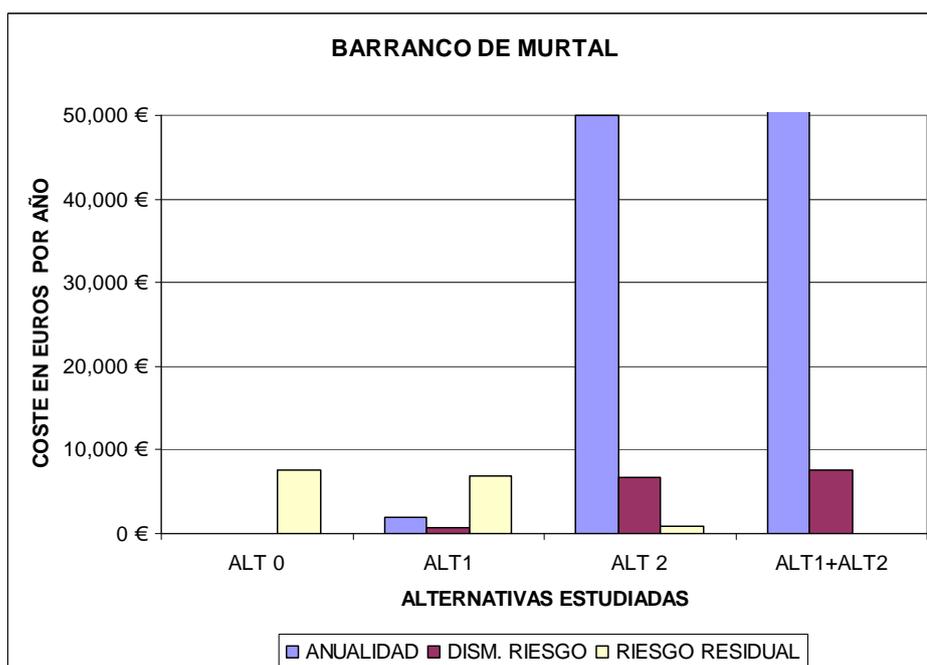
BENIDORM 1 BIS	ALT 0	ALT1	ALT 2	ALT1+ALT2
Barranco de Barcelo+LLIRIET				
PEM	-	180.000,00	3.080.444,45	3.260.444,45
COSTES AMBIENTALES	-	-	8.000,00	8.000,00
ANUALIDAD	-	10.035,94	179.750,84	189.786,78
DISM. RIESGO	-	23.000,00	157.246,00	180.246,00
RIESGO RESIDUAL	229.444,00	206.444,00	72.198,00	49.198,00



MURTAL

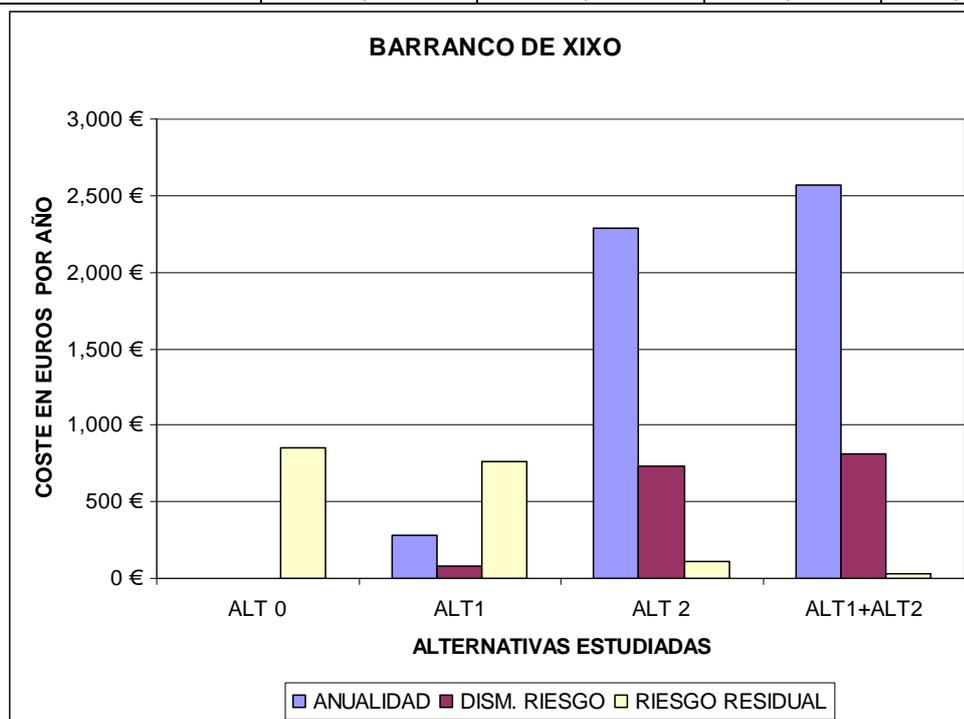
Los resultados de este análisis se recogen a continuación:

BENIDORM 2	ALT 0	ALT 1	ALT 2	ALT1+ALT2
Barranco de Murtal				
PEM		35.000,00 €	873.800,00 €	908.800,00 €
COSTES AMBIENTALES		0,00 €	117,81 €	117,81 €
ANUALIDAD		1.951,43 €	48.836,72 €	50.788,15 €
DISM. RIESGO	0,00 €	763,20 €	6.798,20 €	7.561,40 €
RIESGO RESIDUAL	7.631,10 €	6.867,90 €	832,90 €	69,70 €



XIXO

BENIDORM 2	ALT 0	ALT1	ALT 2	ALT1+ALT2
Barranco de Xixo				
PEM		5.000,00 €	18.600,00 €	23.600,00 €
COSTES AMBIENTALES		0,00 €	0,00 €	0,00 €
ANUALIDAD		278,78 €	1.037,05 €	1.315,82 €
DISM. RIESGO	0,00 €	84,80 €	732,90 €	817,70 €
RIESGO RESIDUAL	847,90 €	763,10 €	115,00 €	30,20 €



5.4. CALLOSA D'EN SARRIÀ

5.4.1. SOLUCIÓN 1: ACTUACIONES DE TIPO NO ESTRUCTURAL

- Elaboración de cartografía de riesgo de inundación
- Recomendación de elaboración y aprobación de Planes de Actuación Municipal ante el riesgo de inundaciones en Altea.
- Recomendación de revisión del planeamiento urbano municipal a la vista de los resultados del presente Plan.
- Recomendación para la promoción y divulgación del seguro para los bienes afectados por las inundaciones.

- Restauración hidrológico-forestal. La pendiente de los cauces de la competencia de la corriente de los ríos Algar y Bolulla permiten la transmisión de una importante carga gruesa hasta la desembocadura, quedando los bloques de mayor tamaño, depositados a lo largo de las barras y como carga de fondo de cauce.

Se plantea la ejecución de 2 diques de retención de sólidos de mampostería hidráulica en el cauce del río Bolulla en el tramo de 4 km, a lo largo del cauce, que va desde la confluencia de ambos cauces hacia aguas arriba. También se propone la ejecución de 3 diques de retención de sólidos en el río Algar. Uno de ellos se plantea como la reconstrucción del dique de gaviones existente, prácticamente destruido durante una de las avenidas ocurridas y los otros dos como diques de mampostería hidráulica de 3 metros de altura sobre el cauce situados aguas arriba del dique de gaviones en un tramo de 5 km.

En la cuenca del río Algar, las acciones previstas serán biológicas, consistiendo en reforestaciones que crearán una importante cobertura vegetal. Estas reforestaciones se realizaran en terrenos desarbolados con erosión grave o muy grave, mediante especies compatibles con la vegetación existente. Alcanzarán un porcentaje del 30% del total de la cuenca vertiente. (Esta reforestación ya estaba prevista en el Patricova. (2002). La superficie a reforestar son unas 50 Ha aproximadamente, y las especies elegidas para llevar a cabo esta reforestación teniendo en cuenta el tipo de suelo y la orografía del mismo han sido el *Pinus halepensis*, el *Quercus ilex* y el *Fraxinus rotundifolia*.

5.4.2. SOLUCIÓN 2: ACTUACIONES DE TIPO ESTRUCTURAL: MEJORA DE LAS OBRAS DE PASO DE LOS BARRANCOS, ADECUACIÓN DE LOS CAUCES Y ÁREAS DE LAMINACIÓN CONTROLADA

Del estudio de inundabilidad se deducía que la única posibilidad para reducir los caudales circulantes aguas abajo de la confluencia de los ríos por debajo de la capacidad máxima del cauce (50-60 m³/s) consistía en la ejecución de dos presas de laminación de avenidas (presas agujero) en cada uno de los cauces de los ríos Algar y Bolulla.

Se ha realizado, por un lado, un estudio del coste económico de la construcción de estas presas según la Guía Técnica para la caracterización de las medidas elaborada por el CEDEX y por otro, un estudio de los daños producidos por las inundaciones para los distintos periodos de retorno, concluyendo que el coste de la ejecución de las presas no compensa por mucho los daños producidos.

5.4.3. RESUMEN DE COSTES

5.4.3.1. COSTES DE INVERSIÓN

CALLOSA

RESUMEN DE PRESUPUESTO

ACTUACION 1. COLOCACIÓN DE DIQUES DE RETENCIÓN DE SÓLIDOS Y REFORESTACIÓN

ALGAR EN CALLOSA

Ordenación urbanística, planes de emergencia y seguros	60.000,00 €
Reforestación cuenca Algar	204.700,00 €
Dique de gaviones	36.476,25 €
Dique de mampostería hidráulica de 3 m de altura	32.938,13 €
Dique de mampostería hidráulica de 4 m de altura	73.959,53 €
SUBTOTAL	408.073,91 €

BOLLULLA EN CALLOSA

Dique de mampostería hidráulica de 3 m de altura	22.548,48 €
Dique de mampostería hidráulica de 4 m de altura	23.874,86 €
SUBTOTAL	46.423,34 €

TOTAL	454.497,25 €
--------------	---------------------

Total Presupuesto ejecución Material 454.497,25 €

5.4.3.2. COSTES AMBIENTALES

RESUMEN ALTERNATIVA 1 ALGAR	€/ha*año	K (2005-2011)	€/ha*año
AFECCIÓN DIQUES	175,38 €	1,17 €	205,19 €

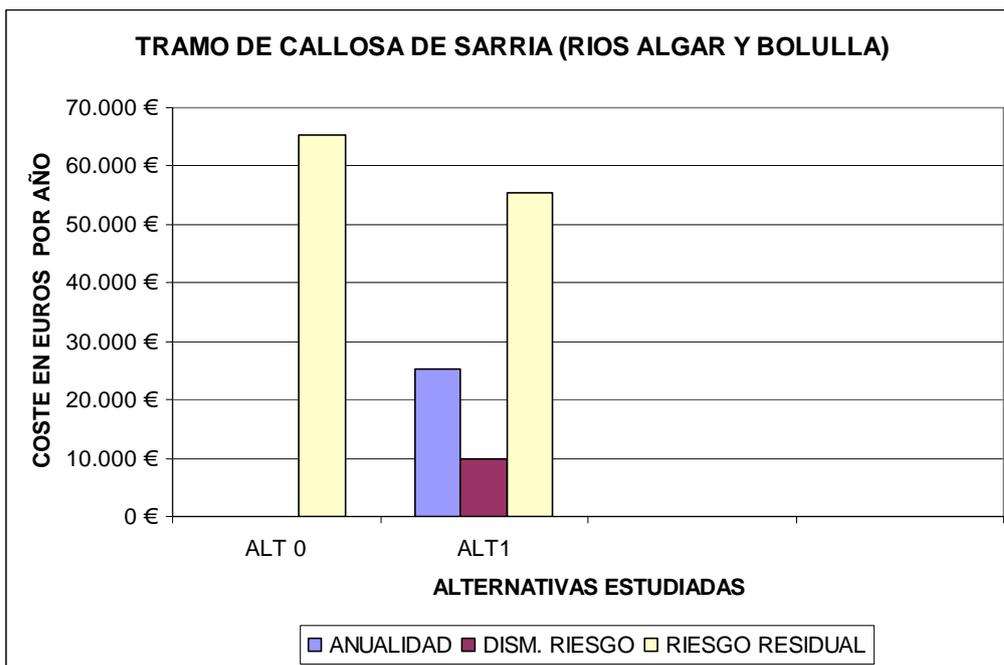
5.4.3.3. ANÁLISIS DE RIESGOS

	DAÑOS DIRECTOS MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 1 (€/AÑO)	REDUCCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 1 (€/AÑO)
Zona/ Municipio	Callosa de Sarria	Callosa de Sarria	Callosa de Sarria	Callosa de Sarria
CALLOSA	52.250	65.313	9.835	55.478

5.4.3.4. ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO

Los resultados de este análisis se recogen a continuación

CALLOSA	ALT 0	ALT1	
Ríos Algar y Bolulla			
PEM		454.497,25 €	
COSTES AMBIENTALES		0,00 €	
ANUALIDAD		25.340,59 €	
DISM. RIESGO	0,00 €	7.739,60 €	
RIESGO RESIDUAL	77.359,60 €	69.620,00 €	



5.5. FINESTRAT

Como consecuencia del resultado del estudio de alternativas realizado (apéndice 10 al presente Plan), se propone la combinación de soluciones de tipo no estructural con otras de tipo estructural

5.5.1. SOLUCIÓN 1: ACTUACIONES DE TIPO NO ESTRUCTURAL

- Elaboración de cartografía de riesgo de inundación
- Recomendación de elaboración y aprobación de Planes de Actuación Municipal ante el riesgo de inundaciones en Altea.
- Recomendación de revisión del planeamiento urbano municipal a la vista de los resultados del presente Plan.

- Recomendación para la promoción y divulgación del seguro para los bienes afectados por las inundaciones.

5.5.2. SOLUCIÓN 2: ACTUACIONES DE TIPO ESTRUCTURAL: MEJORA DE LAS OBRAS DE PASO DE LOS BARRANCOS, ADECUACIÓN DE LOS CAUCES Y ÁREAS DE LAMINACIÓN CONTROLADA

Esta solución comprende las siguientes actuaciones:

Adecuación del cauce del Barranco de La Cala

El Ayuntamiento de Finestrat, de acuerdo al expediente abierto por la Comisaría de la Confederación Hidrográfica del Júcar, está obligado a la reposición del cauce del barranco, que debe de discurrir por la actual Avenida de Finestrat hasta el cruce con la calle Marina Baixa.

Los anchos en la Avenida de Finestrat varían desde 6 metros, valor mínimo, hasta 12 metros, como valor máximo. Se propone la ejecución de un canal abierto, pero a su vez visitable y transitable, en toda la longitud de la citada Avenida, con una anchura variable, acomodándose a la anchura de la calle a lo largo de su longitud, hasta la confluencia con la avenida de la Marina Baixa. Se propone la ejecución de una solera formada por un adoquinado y la elevación de los muros actuales de mampostería hasta llegar a una altura de 2.00 metros..

Antes de la confluencia con la Avenida Marina Baixa, se plantea la ejecución de un elemento de captación de las aguas pluviales. Para disminuir el impacto ambiental y disimular su posición, el foso de captación se colocará bajo un paso de peatones que se deberá construir. El elemento de captación se colocará bajo la rampa de ascenso del paso de peatones (sentido Cala-Playa), al tener que salvar el agua este desnivel contra pendiente provocará que la cantidad de agua recogida por el foso aumente. Tiene unas dimensiones en planta de 10,50 x 10,00 m. (ancho x largo) .

A partir de este punto se propone un encauzamiento soterrado de 10.50 metros de ancho, con solera y muros de hormigón de 1.00 metro de altura. Al los 5 metros se propone la ejecución de un foso arenero en ambos lados del canal para retención de sólidos.

La solera de esta primera parte debe de estar inclinada hacia los lados para conseguir que los sedimentos se deposite en los dos fosos de los lados..Se propone que la parte superior permita tanto el tráfico peatonal como el tráfico rodado y para ello su cubierta se puede plantear o por medio de una cubrición de perfiles metálicos debajo de tramex transitables o por medio de placas alveolares diseñadas para soportar tráfico.

La longitud de esta estructura es de 156 metros (140 metros de la Avenida Marina Baixa y 16 del Paseo Marítimo) hasta llegar a la playa, habiendo pasado previamente por debajo de la rotonda existente.

Para evitar que el caudal desaguado por el canal llegue a la playa sin ningún elemento disipador de energía, se plantea en el tramo final la ejecución de una arqueta vertedero-rebosadero, que permite restituir el caudal a la playa pero de una forma tal que minimize los daños que un caudal descontrolado pudiera ocasionar en la playa. Para ello se propone una cámara de laminación y un canal rebosadero.

Cámara de laminación

Dada la disminución de pendiente con la que nos encontramos en el paseo marítimo, al comenzar el trazado pasamos de una conducción cerrada a una abierta en lámina libre. Este primer tramo del elemento laminador de vertido tiene una longitud de 15.00 m y un ancho de 10.50 metros con una pendiente del 0,05%. El canal tiene una altura libre de 2.00 metros.

Para evitar que el agua salga por la superficie en caso de lluvias torrenciales, se colocarán placas alveolares a modo de cubierta, para permitir además el paso de vehículos y viandantes por su superficie sin ninguna molestia.

A los 9.70 metros se va a construir un punto bajo, o foso arenoso de 1 m de profundidad, dentro del canal, para que las tierras que lleve el agua se queden retenidas en él y evitar que sigan el trayecto llegando a la playa y ensuciándola. La cubierta del foso arenoso, en lugar de tener placas alveolares como en el resto de la cámara de laminación tendrá una trampilla lineal para que un operario pueda limpiar las tierras.

Este punto bajo tiene otra misión, para lluvias de poca intensidad: el agua que llegue hasta el canal caerá en el foso arenoso y gracias a la pendiente transversal hacia la izquierda que tiene (sentido barranco-playa) llegarán a un pozo que las achicará aguas arriba.

A continuación del foso arenoso, se construirá un peto de unos 30 cm de altura para evitar que el oleaje que pudiera entrar por el final del canal llegará aguas arriba. Como además el canal tiene una pendiente transversal hacia la izquierda se intentará captar estas intrusiones marinas con un pozo de achique.

Canal rebosadero

Es la última parte de la conducción, como en el caso anterior, en lámina libre. Pero tiene una diferencia reseñable con el resto de la conducción, está a contra pendiente (un 5%), para evitar que en caso de lluvias débiles, esta agua no llegue a la playa y la ensucie, intentando llevar el agua hasta el foso arenoso que hay en la cámara de laminación. El canal rebosadero tiene una longitud de 19,85 m y un ancho medio de 10.50 m. Este rebosadero en caso de lluvias torrenciales verterá el agua libremente por sus laterales que dan hacia la playa (margen derecho y frente), además si no fuese capaz de evacuar toda el agua que le llega por la conducción, ésta rebosaría por la cubierta al colocarse rejillas tramex de dimensiones 30x2/10x2mm.

Sobre las rejillas se colocará un suelo flotante para disminuir las molestias a los peatones y comercios que hay en la zona.

5.5.3. COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA

Los anchos en la Avenida de Finestrat varían desde 6 metros, valor mínimo, hasta 12 metros, como valor máximo. El acondicionamiento de la solera de la Avenida de Finestrat, manteniendo el ancho variable que va desde los 6 hasta los 12 metros, transformándolo en un adoquinado y elevando los actuales muros actuales de mampostería hasta llegar a una altura de 2.00 metros permite que circulen las avenidas de 100 (28.2 m³/s) y de 500 (54.7 m³/s) sin que se produzcan desbordamientos.

El encauzamiento soterrado de 10.5 metros de ancho permite el paso del caudal punta de la avenida de 100 años de periodo de retorno no así la de 500 años

En el caso de la avenida de 100 años de periodo de retorno, para que no se produzcan inundaciones en el aparcamiento municipal existente a la derecha de la glorieta, se ha dispuesto la ejecución de un muro de 0.50 metros de altura y 15 metros de largo, que impide que el flujo que sale por el aliviadero de la estructura final, vuelva de la playa hacia el paseo marítimo. Esta circunstancia se produce por la condición de contorno de 0.80 del nivel de la marea en el caso de avenidas..

Para la avenida de 500 años de periodo de retorno, se producen desbordamientos a partir de la confluencia de la Avenida de Finestrat con la Avenida de Marina Baixa con calados que van desde los 40 hasta los 120 cm.

El aparcamiento perteneciente al hotel, que se encuentra en la margen derecha antes de la citada confluencia se ve afectado con calados superiores a 2.00 metros dado que la diferencia de cota existente entre el aparcamiento y la Avenida de Finestrat/Avenida de Marina Baixa es de más de 3.50 metros.

La adopción de la solución 1 (medidas de carácter no estructural, permite disminuir los riesgos en un 10.0% de los riesgos actuales.

La solución estructural, consistente permite reducir el riesgo medio (en euros /año) en un 52%.

La reducción, que se alcanza no es mayor, debido a que no es posible el control de las avenidas de 500 años, para lo que sería necesaria la ejecución de un encauzamiento soterrado de una anchura incompatible con la estructura urbanística actual de la desembocadura.

5.5.4. RESUMEN DE COSTES

5.5.4.1. COSTES DE INVERSIÓN

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CALA DE FINESTRAT

ACTUACION 1. RESTAURACIÓN HIDROLÓGICA FORESTAL

Barranc de la Cala

Ordenación urbanística, planes de emergencias y seguros 60,000.00 €

SUBTOTAL **60,000.00 €**

ACTUACION 2. MEJORA DE LAS OBRAS DE DRENAJE Y A DECUACIÓN DE CAUCES

Barranc de La Cala

Ejecución de sección trapezoidal en Avde Paseo de La Cala 1,083,400.28 €

SUBTOTAL **1,083,400.28 €**

Total Presupuesto ejecución Material **1,143,400.28 €**

5.5.4.2. COSTES AMBIENTALES

En el caso de Finestrat, las actuaciones discurren por tramo urbano hasta llegar a la costa. Dado que se trata de una infraestructura que discurre en sección cubierta la mayor parte del tramo y que continúa con sección descubierta en el tramo final, en tramo urbano, se considera que no tiene efectos valorables económicamente sobre los servicios ambientales

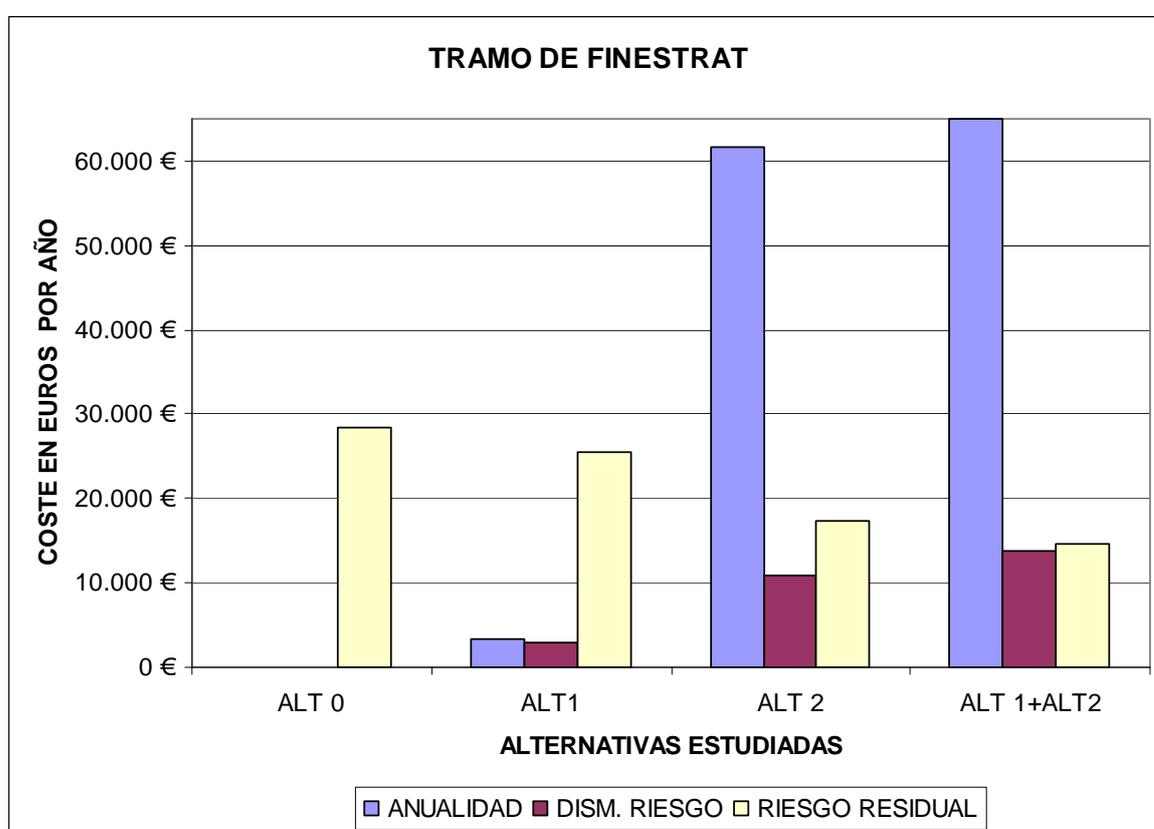
5.5.4.3. ANÁLISIS DE RIESGOS

	DAÑOS DIRECTOS MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCION 1 (€/AÑO)	REDUCCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 1 (€/AÑO)
Zona/ Municipio	Finestrat/Villajoyosa	Finestrat/Villajoyosa	Finestrat/Villajoyosa	Finestrat/Villajoyosa
Barranco de la Cala	22,677	28,346	25,512	2,835
	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DISMINUCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 1+2 (€/AÑO)	DISMINUCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 1+ 2 (€/AÑO)
Zona/ Municipio	Finestrat/Villajoyosa	Finestrat/Villajoyosa	Finestrat/Villajoyosa	Finestrat/Villajoyosa
Barranco de la Cala	17,431	10,916	14,596	13,750

5.5.4.4. ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO

Los resultados de este análisis se recogen a continuación:

FINESTRAT	ALT 0	ALT1	ALT 2	ALT 1+ALT2
Barranco de la Cala				
PEM		60.000,00 €	1.083.400,28 €	1.143.400,28 €
COSTES AMBIENTALES		0,00 €	1.250,00 €	1.250,00 €
ANUALIDAD		3.345,31 €	61.655,22 €	65.000,53 €
DISM. RIESGO	0,00 €	2.834,64 €	10.915,64 €	13.750,29 €
RIESGO RESIDUAL	28.346,43 €	25.511,78 €	17.430,78 €	14.596,14 €



5.6. POLOP

5.6.1. SOLUCIÓN 1: ACTUACIONES DE TIPO NO ESTRUCTURAL

- Elaboración de cartografía de riesgo de inundación
- Recomendación de elaboración y aprobación de Planes de Actuación Municipal ante el riesgo de inundaciones en Altea.

- Recomendación de revisión del planeamiento urbano municipal a la vista de los resultados del presente Plan.
- Recomendación para la promoción y divulgación del seguro para los bienes afectados por las inundaciones.

5.6.2. SOLUCIÓN 2: ACTUACIONES DE TIPO ESTRUCTURAL: MEJORA DE LAS OBRAS DE PASO DE LOS BARRANCOS, ADECUACIÓN DE LOS CAUCES Y ÁREAS DE LAMINACIÓN CONTROLADA

Se plantea la adecuación del cauce del Barranco del Gulapdar a partir de la obra de toma de un canal que se encuentra aguas abajo del puente de Polop por donde pasa el barranco. Asimismo para disminuir la ligera afección que se produce a las viviendas en la margen izquierda se plantea una protección a base de escollera en esa misma margen en una longitud de 250 m.

5.6.3. RESUMEN DE COSTES

5.6.3.1. COSTES DE INVERSIÓN

POLOP

RESUMEN DE PRESUPUESTO

ACTUACION 1. ORDENACIÓN URBANÍSTICA, PLANES Y SEGUROS

Designación	Presupuesto
Ordenación urbanística, planes de emergencia y seguros	50.000,00 €
SUBTOTAL	50.000,00 €

ACTUACION 2. ADECUACIÓN Y PROTECCIÓN DEL CAUCE

Adecuación y acondicionamiento del cauce, incluyendo transporte de productos sobrantes a vertedero o lugar de empleo	8.832,00 €
Protección con escollera en zonas bajas de edificaciones, incluyendo preparación de la superficie y medios auxiliares para la completa realización de la unidad	19.800,00 €
Hormigón en masa	4.644,00 €
SUBTOTAL	33.276,00 €

Total Presupuesto ejecución Material 83.276,00 €

5.6.3.2. COSTES AMBIENTALES

ACTUACIONES AMBIENTALES POLOP	€/año	K (2005-2011)	€/año
ACONDICIONAMIENTO DE CAUCE Y PROTECCIÓN VIVIENDAS	88,11 €	1,17	103,09 €
TOTAL COSTES AMBIENTALES POLOP			103,99 €

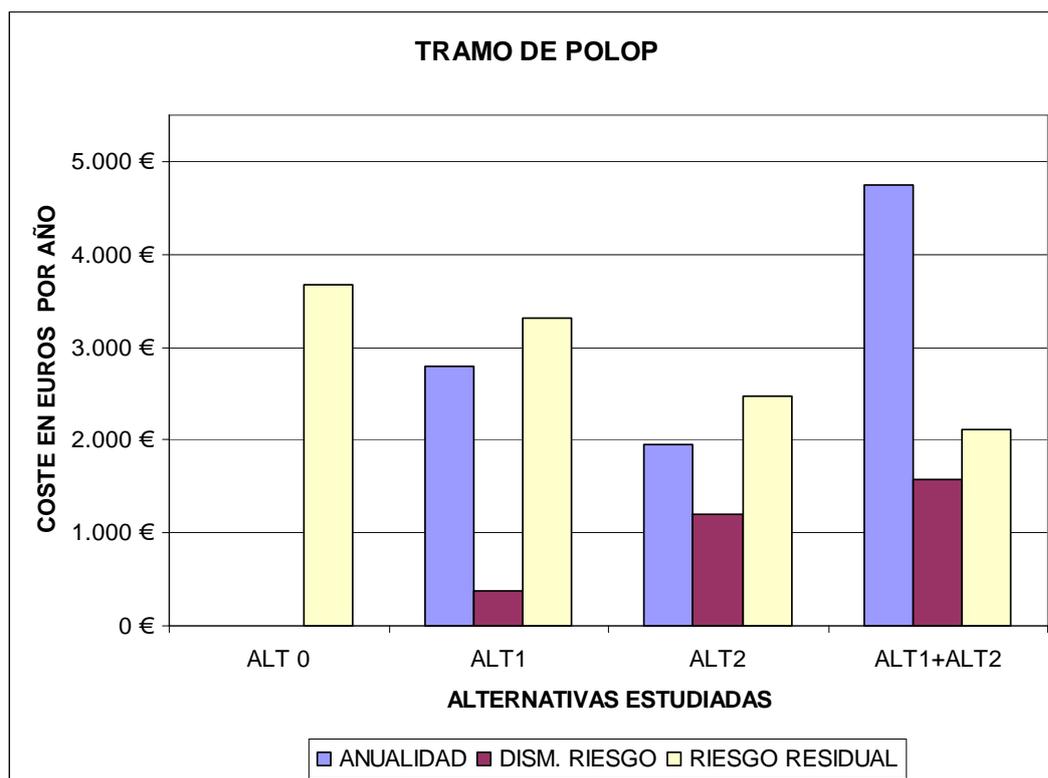
5.6.3.3. ANÁLISIS DE RIESGOS

	DAÑOS DIRECTOS MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCION 1	REDUCCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 1
Zona/ Municipio	Polop	Polop	Polop	Polop
Barranc de La Canal y del Gulapdar	2.943	3.679	3.311	368
	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DISMINUCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 1+2 (€/AÑO)	DISMINUCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 1+2 (€/AÑO)
Zona/ Municipio	Polop	Polop	Polop	Polop
Barranc de La Canal y del Gulapdar	2.475	1.204	2.107	1.571

5.6.3.4. ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO

Los resultados de este análisis se recogen a continuación

POLOP	ALT 0	ALT1	ALT2	ALT1+ALT2
Barranc de La Canal y del Gulapdar				
PEM		50.000,00 €	33.276,00 €	83.276,00 €
COSTES AMBIENTALES		0,00 €	103,09 €	103,09 €
ANUALIDAD		2.787,76 €	1.958,40 €	4.746,16 €
DISM. RIESGO	0,00 €	367,61 €	1.203,61 €	1.571,22 €
RIESGO RESIDUAL	3.678,61 €	3.311,00 €	2.475,00 €	2.107,39 €



5.7. VILLAJOIOSA

Como consecuencia del resultado del estudio de alternativas realizado (apéndice 10 al presente Plan), se propone la combinación de soluciones de tipo no estructural con otras de tipo estructural

5.7.1. SOLUCIÓN 1: ACTUACIONES DE TIPO NO ESTRUCTURAL

Tanto para el Torres como el REFOIO y el Amadorio, ríos que se incluyen en este tramo, las medidas a aplicar no estructurales son:

- Elaboración de cartografía de riesgo de inundación
- Recomendación de elaboración y aprobación de Planes de Actuación Municipal ante el riesgo de inundaciones en Altea.
- Recomendación de revisión del planeamiento urbano municipal a la vista de los resultados del presente Plan.
- Recomendación para la promoción y divulgación del seguro para los bienes afectados por las inundaciones.

5.7.2. SOLUCIÓN 2: ACTUACIONES DE TIPO ESTRUCTURAL: MEJORA DE LAS OBRAS DE PASO DE LOS BARRANCOS, ADECUACIÓN DE LOS CAUCES Y ÁREAS DE LAMINACIÓN CONTROLADA

TORRES

El análisis de los efectos de las avenidas del río Torres, nos lleva a la conclusión de que las inundaciones, de importancia moderada, se producen en el tramo final comprendido entre el paso de la antigua carretera N-332 y la desembocadura del río, por lo tanto las soluciones que se proponen están encaminadas en mejorar la capacidad de desagüe en dicho tramo.

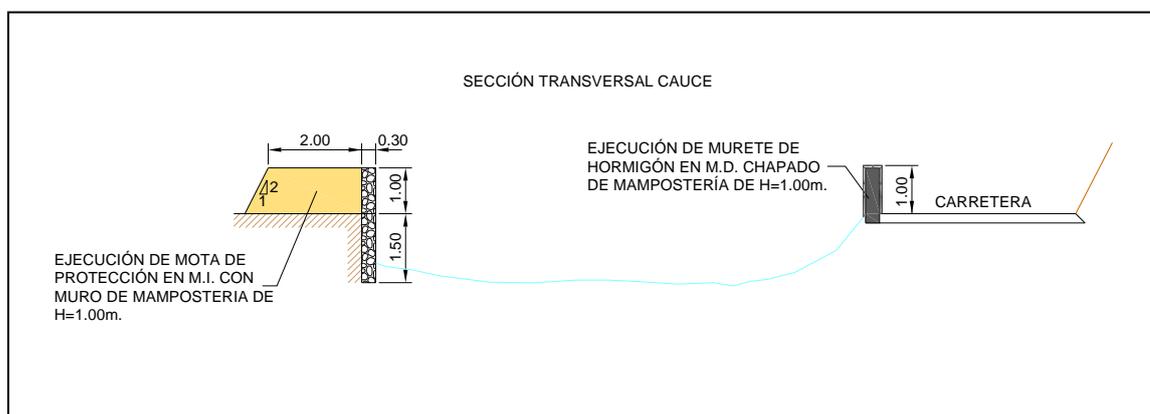
Por lo tanto, las acciones que proponen son las siguientes:

Acondicionamiento del cauce en su tramo final, para recuperar la capacidad del cauce.

Ejecución de un muro de mampostería de 1.50 metros de altura para impedir los desbordamientos de las avenidas por la margen izquierda.

Ejecución de un muro de hormigón armado revestido con mampostería de altura variable entre 0.50 y 1.50 metros para proteger la carretera de la margen derecha.

Para el badén inundable de la desembocadura, se propone su sustitución por un badén de escollera hormigonada y solera de hormigón, que supone un menor obstáculo para el tránsito de los caudales de avenida.



REFOIO

Esta solución comprende las siguientes actuaciones:

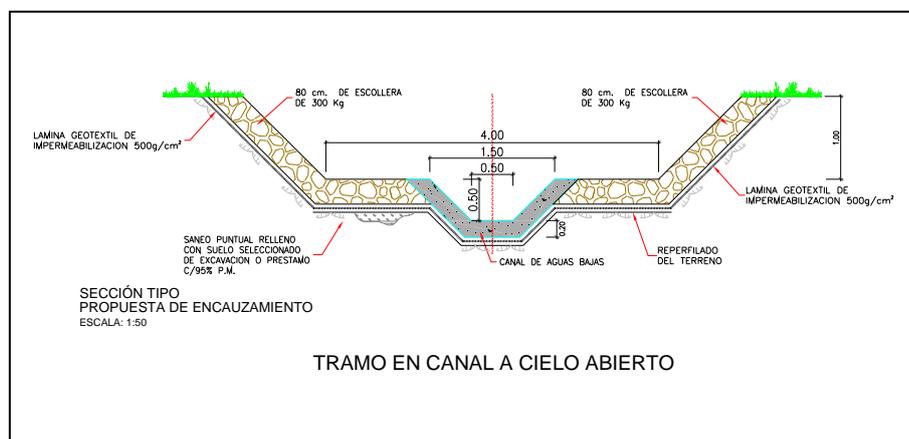
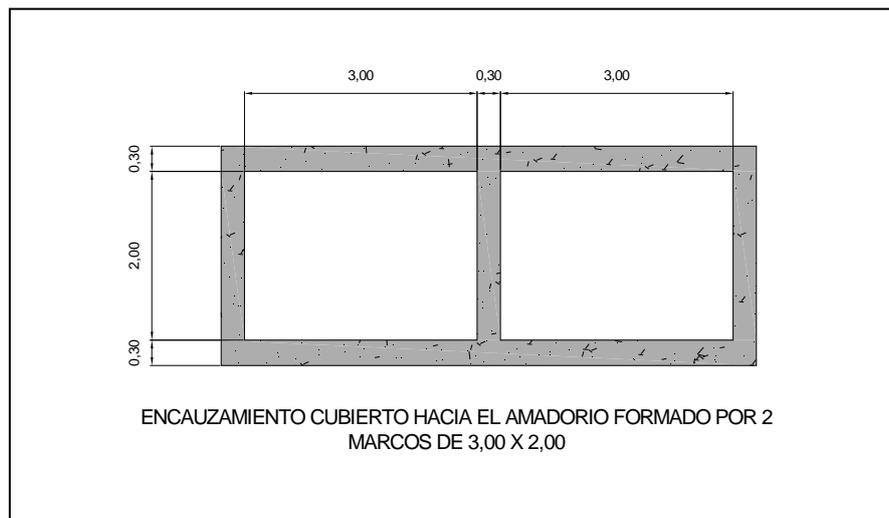
Adecuación del cauce y mejora de las obras de paso.

El cauce principal, en este caso, se concreta en el conjunto de vaguadas del Refoio. En este conjunto de vaguadas es en el que al producirse desbordamientos para un determinado caudal, se generan

riesgos para personas y bienes. Lo que se pretende evitar o, si ello no es posible, al menos minimizar las afecciones sobre el núcleo urbano de Villajoyosa, como consecuencia del desbordamiento del cauce existente, reduciendo los riesgos sobre las personas y los bienes y, simultáneamente, facilitando una salida controlada hacia el mar del agua receptionada por la cuenca fluvial implicada mediante el restableciendo de unas vías de desagüe adecuadas.

La solución definitiva, en el caso del Refoio, está conformada por las siguientes actuaciones:

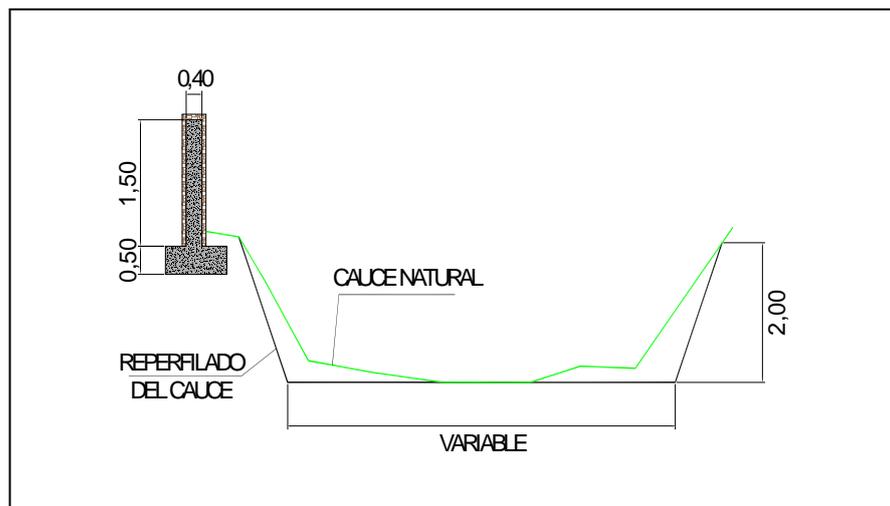
- Ejecución de arqueta de recogida, con una superficie de aproximadamente 45 m²
- A partir de esta arqueta se propone la ejecución de un encauzamiento cubierto, formado por un marco doble de 3.00x2.00 de dimensiones interiores. Este encauzamiento sale en dirección al río Amadorio, atravesando el núcleo urbano de Villajoyosa, aprovechando una zona del futuro planeamiento urbanístico.
- El tramo final hasta llegar al río Amadorio está previsto mediante una sección trapecial en escollera



AMADORIO

Esta solución comprende las siguientes actuaciones:

- Se propone la adecuación y cajeadado del cauce en esta zona de aproximadamente 150 metros de longitud.
- En la margen izquierda, se dispone la ejecución de un muro de hormigón armado revestido con mampostería de 1.50 metros de altura.



5.7.3. COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA

TORRES

En base a las modelizaciones realizadas se plantea un muro de 1 metro de altura que es capaz de evitar los desbordamientos del río en el tramo final tanto en margen derecha como en margen izquierda para la avenida de 500 años. En el tramo del río entre el ferrocarril y la carretera N-332 los calados son perfectamente asumibles por el río al estar este suficientemente encajado y tener una anchura de cauce suficiente.

La adopción de la solución 1 (medidas de carácter no estructural) permite disminuir los riesgos en un 10% de los riesgos actuales.

La solución estructural, ha permitido reducir los daños actuales en más del 89%.

REFOIO

La adopción de la solución 1 (medidas de carácter no estructural) permite disminuir los riesgos en un 10% de los riesgos actuales.

La solución estructural, ha permitido reducir los daños actuales en más del 56%. Este porcentaje puede parecer pequeño en cuanto a la eficacia de la solución, pero esto es debido, a que el barranco de Refoio, antes del cruce con la AP-7 y después de los cruces de la misma (a través de las dos obras de drenaje existentes) hasta llegar a la ubicación de la arqueta de recogida, que es el punto de partida del encauzamiento soterrado, no presenta ningún atisbo de cauce definido y el agua discurre entre las propiedades particulares y caminos sin ningún tipo de contención y por tanto se siguen produciendo inundaciones hasta llegar hasta la arqueta de recogida..

AMADORIO

La adopción de la solución 1 (medidas de carácter no estructural) permite disminuir los riesgos en un 10% de los riesgos actuales.

La solución estructural permite reducir los daños actuales en algo más del 33%. Esto es debido a que el muro de la margen izquierda es capaz de contener el flujo de agua del hidrograma de la avenida de 500 años de periodo de retorno, impidiendo que se inunde el parque actual, existente, pero la falta de capacidad de la desembocadura, unido al efecto de la condición de contorno de la marea (+0.80 metros) hace que el flujo de agua, vuelva desde el mar hacia aguas arriba inundando el citado parque de forma indirecta.

5.7.4. RESUMEN DE COSTES

5.7.4.1. COSTES DE INVERSIÓN

TORRES

RIO TORRES

ACTUACION 1. ORDENACIÓN URBANÍSTICA, PLANES DE EMERGENCIA Y SEGUROS

Planes de emergencia, ordenación y seguros en Rio Torres	30.000,00 €
SUBTOTAL	30.000,00 €

ACTUACION 2. ADECUACIÓN DEL CAUCE Y MEJORA DE LAS OBRAS DE DRENAJE

Acondicionamiento del cauce	126.657,51 €
Muro margen izquierda	22.013,40 €
Muro margen derecha	48.064,01 €
Reposición de baden	24.964,47 €
SUBTOTAL	221.699,39 €
Total Presupuesto ejecución Material rio Torres	251.699,39 €

REFOIO

RESUMEN DE PRESUPUESTO

REFOIOS

ACTUACION 1. ORDENACIÓN URBANÍSTICA, PLANES DE EMERGENCIA Y SEGUROS

Planes de emergencia, ordenación y seguros en Refoios	60.000,00 €
SUBTOTAL	60.000,00 €

ACTUACION 2. ADECUACIÓN DEL CAUCE Y MEJORA DE LAS OBRAS DE DRENAJE

Arqueta de recogida	30.464,57 €
Encauzamiento cubierto	1.253.920,00 €
Encauzamiento a cielo abierto	35.748,71 €
Obra de incorporación al rio Amadorio	7.027,60 €
SUBTOTAL	1.327.160,88 €
Total Presupuesto ejecución Material Refoios	1.387.160,88 €

AMADORIO

RESUMEN DE PRESUPUESTO

RIO AMADORIO

ACTUACION 1. ORDENACIÓN URBANÍSTICA, PLANES DE EMERGENCIA Y SEGUROS

Planes de emergencia, ordenación y seguros en Rio Amadorio	50.000,00 €
SUBTOTAL	50.000,00 €

ACTUACION 2. ADECUACIÓN DEL CAUCE Y MEJORA DE LAS OBRAS DE DRENAJE

Acondicionamiento del cauce	6.157,50 €
Muro margen izquierda	61.425,16 €
SUBTOTAL	67.582,66 €
Total Presupuesto ejecución Material Amadorio	117.582,66 €

5.7.4.2. COSTES AMBIENTALES

TORRES

En este caso sólo se ha considerado la biodiversidad como valor afectado, que como media tiene en el área de actuación de 0,48 €/ha , que actualizando entre el periodo 2005 y 2011 da un coste ambiental anual de 0,56 €/año.

REFOIO

ACTUACIONES AMBIENTALES POLOP	€/año	K (2005- 2011)	€/año
ENCAUZAMIENTO CUBIERTO	473,40 €	1,17	553,88 €
TOTAL COSTES AMBIENTALES POLOP			553,88 €

AMADORIO

ACTUACIONES AMBIENTALES AMADORIO	€/año	K (2005- 2011)	€/año
ACONDICIONAMIENTO DE CAUCE Y PROTECCIÓN VIVIENDAS	75,87 €	1,17	88,77 €
TOTAL COSTES AMBIENTALES AMADORIO			88,77 €

5.7.4.3. ANÁLISIS DE RIESGOS

TORRES

	DAÑOS DIRECTOS MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 1 (MEDIDAS DE GESTIÓN +BIOINGENIERIA) (€/AÑO)	REDUCCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 1 (MEDIDAS DE GESTIÓN +BIOINGENIERIA) (€/AÑO)
Zona/ Municipio	Villajoyosa	Villajoyosa	Villajoyosa	Villajoyosa
Río Torres	250	313	281	31
	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DISMINUCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 1+SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DISMINUCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 1+SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)
Zona/ Municipio	Villajoyosa	Villajoyosa	Villajoyosa	Villajoyosa
Río Torres	34	279	3	310

REFOIO

	DAÑOS DIRECTOS MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 1 (€/AÑO)	REDUCCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 1 (€/AÑO)
Zona/ Municipio	Villajoyosa	Villajoyosa	Villajoyosa	Villajoyosa
El Refoio	99,216	124,020	111,618	12,402
	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DISMINUCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 1+SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DISMINUCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 1+SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)
Zona/ Municipio	Villajoyosa	Villajoyosa	Villajoyosa	Villajoyosa
El Refoio	54,425	69,595	42,023	81,998

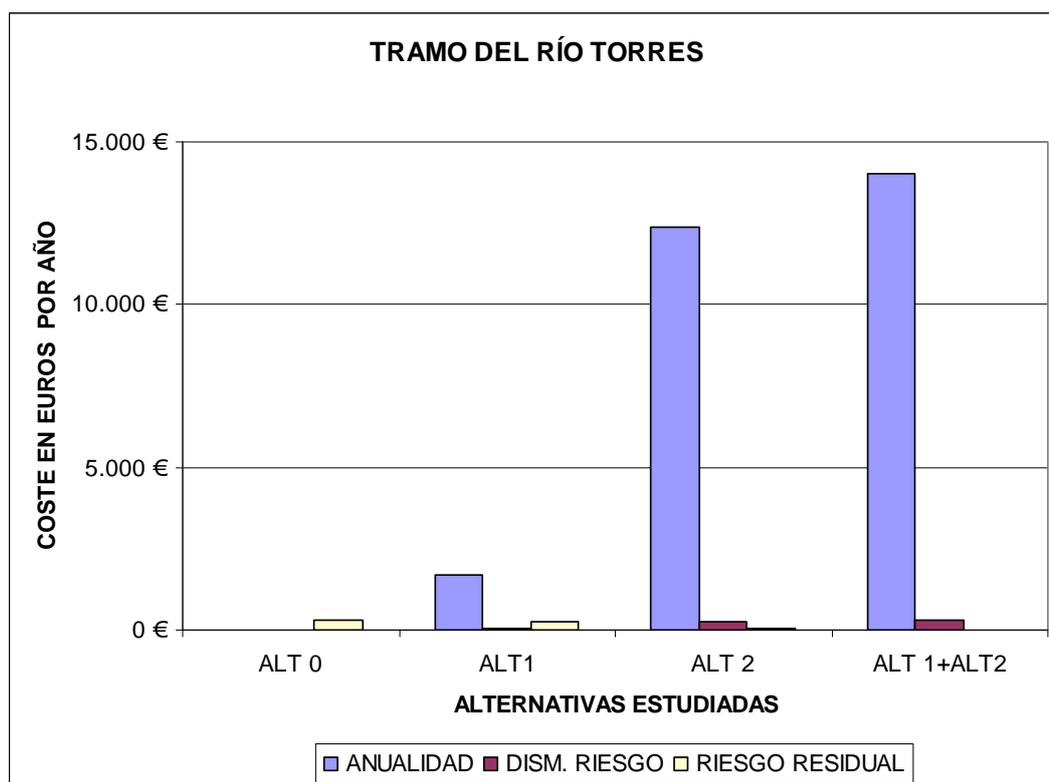
AMADORIO

	DAÑOS DIRECTOS MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS EN SITUACIÓN ACTUAL (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 1 (€/AÑO)	REDUCCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 1 +BIOINGENIERIA) (€/AÑO)
Zona/ Municipio	Villajoyosa	Villajoyosa	Villajoyosa	Villajoyosa
Río Amadorio	9,312	11,640	10,476	1,164
	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DISMINUCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DAÑOS TANGIBLES MEDIOS SOLUCIÓN 1+SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)	DISMINUCIÓN DE DAÑOS TANGIBLES APLICANDO SOLUCIÓN 1+SOLUCIÓN 2 (€/AÑO)
Zona/ Municipio	Villajoyosa	Villajoyosa	Villajoyosa	Villajoyosa
Río Amadorio	7,760	3,880	6,596	5,044

5.7.4.4. ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO

TORRES

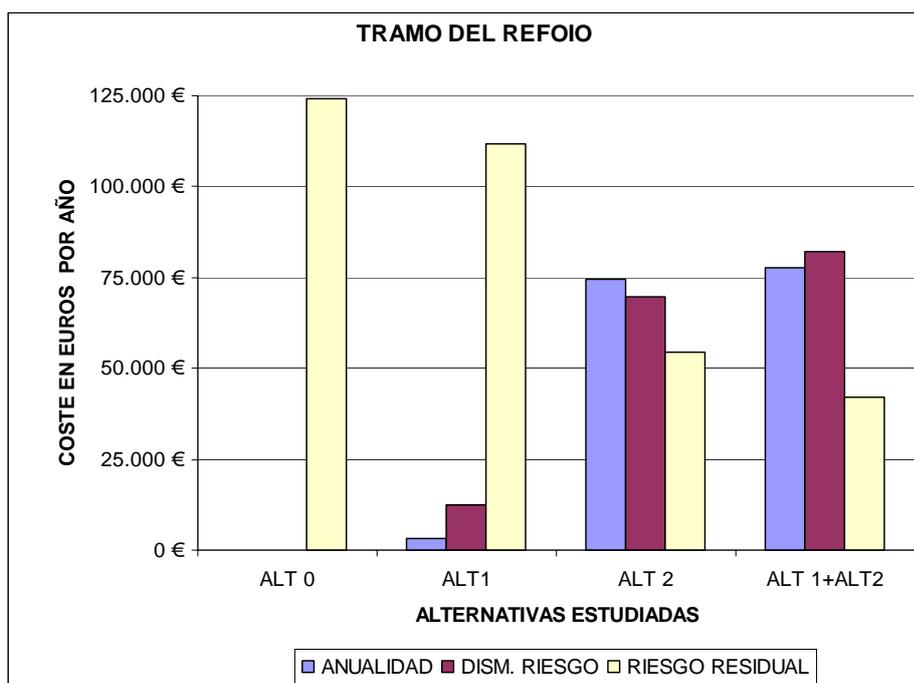
VILLAJOSOSA-1	ALT 0	ALT1	ALT 2	ALT 1+ALT2
Río Torres				
PEM		30.000,00 €	221.699,39 €	251.699,39 €
COSTES AMBIENTALES		0,00 €	0,56 €	0,56 €
ANUALIDAD		1.672,66 €	12.361,46 €	14.034,11 €
DISM. RIESGO	0,00 €	31,27 €	278,83 €	310,10 €
RIESGO RESIDUAL	312,72 €	281,45 €	33,89 €	2,61 €



REFOIO

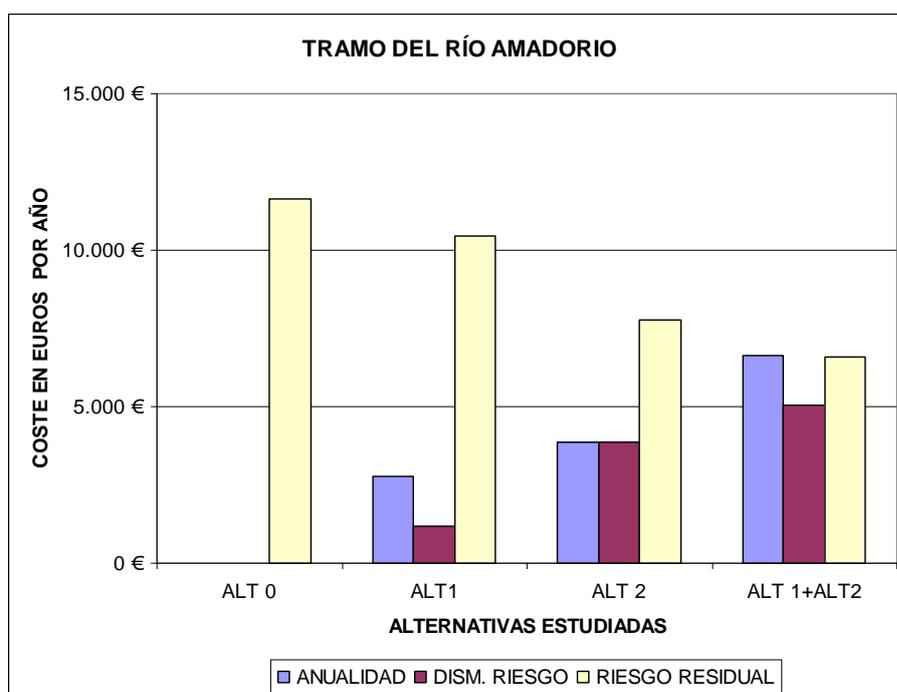
Los resultados de este análisis se recogen a continuación:

VILLAJOSOSA-2	ALT 0	ALT1	ALT 2	ALT 1+ALT2
El Refoio				
PEM		60.000,00 €	1.327.160,88 €	1.387.160,88 €
COSTES AMBIENTALES		0,00 €	553,88 €	553,88 €
ANUALIDAD		3.345,31 €	74.550,02 €	77.895,33 €
DISM. RIESGO	0,00 €	12.402,37 €	69.595,49 €	81.997,87 €
RIESGO RESIDUAL	124.020,37 €	111.618,00 €	54.424,88 €	42.022,51 €



AMADORIO

VILLAJYOYOSA-3	ALT 0	ALT1	ALT 2	ALT 1+ALT2
Río Amadorio				
PEM		50.000,00 €	67.582,66 €	117.582,66 €
COSTES AMBIENTALES		0,00 €	88,77 €	6.555,85 €
ANUALIDAD		2.787,76 €	3.856,86 €	6.644,62 €
DISM. RIESGO	0,00 €	1.163,98 €	3.879,83 €	5.043,80 €
RIESGO RESIDUAL	11.639,78 €	10.475,80 €	7.759,95 €	6.595,97 €



6. MARCO LEGAL Y COORDINACIÓN CON OTROS PLANES

6.1. MARCO LEGAL

En la determinación del marco legal se ha considerado tanto la legislación existente hidrológica o hidráulica, como la de carácter general, dentro de la cual es especialmente importante la normativa urbanística y de ordenación territorial y las normas sobre Protección Civil

Se ha tenido en cuenta la vigente legislación de aguas y en particular:

- Texto Refundido de la Ley de Aguas, aprobado por R.D.L. 1/2001 de 20 de julio
- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, prestando especial atención a las consideraciones realizadas y a los preceptos contenidos en este R.D 9/2008 sobre las determinaciones respecto a álveo o cauce y las máximas crecidas ordinarias, sobre las riberas y su protección y fines, sobre las zonas o vías de flujo preferente y vías de intenso desagüe, así como la determinación de zonas inundables.
- Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación, estableciendo un nuevo marco para la evaluación y gestión de los riesgos de inundación, destinado a reducir las consecuencias negativas para la salud humana, el medio ambiente, el patrimonio cultural y la actividad económica, asociadas a las inundaciones.
- Real Decreto 903/2010 de 9 de julio de evaluación y gestión de riesgos de inundación. Este real decreto tiene como objeto la transposición de la Directiva 2007/60/CE al ordenamiento jurídico español.

También se ha tenido en cuenta la normativa urbanística y de ordenación territorial tanto autonómica como municipal:

- Ley 4/2004, de 30 de junio, de la Generalitat, Valenciana, de Ordenación del Territorio y Protección del Paisaje.
- Decreto 1/2011 de 13 de enero, del Consell por el que se aprueba la estrategia territorial de la Comunidad Valenciana
- Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA)

- Plan de Acción Territorial de carácter sectorial de corredores de infraestructuras.
- Plan de Acción Territorial Forestal de la Comunidad Valenciana (PATFOR)
- Planes urbanísticos de los municipios afectados

Por último se ha considerado la normativa vigente de Protección civil:

- Ley 2/1985, de 21 de enero, sobre Protección Civil
- Norma Básica de Protección Civil. Real Decreto 407/1992 de 24 de abril.
- Directriz Básica de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones, de 31 de enero de 1995.
- Ley 13/2010 de 23 de noviembre, de la Generalitat, de Protección Civil y Gestión de Emergencias (DOCV 25/11/2010, nº 6405).
- D 81/2010, de 7 de mayo, del Consell, por el que aprueba el Plan Especial ante el riesgo de Inundaciones en la Comunitat Valenciana (DOCV 12/05/2010, Nº 6265).

El Reglamento de Planificación hidrológica, aprobado por Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, establece en su artículo 62 apartado 2 que el plan hidrológico de cuenca elaborará un registro con los planes elaborados en el ámbito territorial de la demarcación relacionados con la protección frente a las inundaciones, de los que incorporarán un resumen, incluyendo la evaluación de riesgos y las medidas adoptadas.

El Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación trata en su artículo 14 sobre la coordinación de los planes de gestión del riesgo de inundación con los planes hidrológicos de cuenca, diciendo que éstos incorporarán los criterios sobre estudios, actuaciones y obras para prevenir y evitar los daños debidos a inundaciones, avenidas y otros fenómenos hidráulicos a partir de lo establecido en los planes de gestión de riesgo de inundación.

Por otra parte, el artículo 15 del citado real decreto trata sobre la coordinación con otros planes, estableciendo que los instrumentos de ordenación territorial y urbanística, en la ordenación que hagan de los usos del suelo, no podrán incluir determinaciones que no sean compatibles con el contenido de los planes de gestión del riesgo de inundación, y reconocerán el carácter rural de los suelos en los que concurren dichos riesgos de inundación o de otros accidentes graves. Por otra parte, los planes de protección civil existentes se adaptarán de forma coordinada para considerar la inclusión en los mismos de los mapas de peligrosidad y riesgo, y al contenido de los planes de gestión del riesgo de inundación. Los planes de protección civil a elaborar se redactarán de forma coordinada y mutuamente integrada a los mapas de peligrosidad y riesgo y al contenido de los planes de gestión del riesgo de inundación.

También indica que los planes de desarrollo agrario, de política forestal, de infraestructura del transporte y demás que tengan incidencia sobre las zonas inundables, deberán también ser compatibles con los planes de gestión del riesgo de inundación.

En el caso específico de la demarcación hidrográfica del Júcar, el artículo 52 de la Normativa del vigente plan hidrológico, aprobado por RD 1664/1998, de 24 de julio, establece que el principal objetivo en materia de protección frente a las avenidas es la reducción de los daños ocasionados por avenidas naturales ó por disfunciones en el comportamiento de determinadas infraestructuras. Este objetivo puede lograrse: reduciendo la magnitud y la frecuencia de presentación de las crecidas, y/o reduciendo los daños asociados a la ocurrencia de una determinada inundación.

Por otra parte, el artículo 54 "Directrices para el desarrollo de actuaciones en materia de defensa contra avenidas" de la citada normativa establece que como fase inicial a las actuaciones estructurales en materia de defensa contra avenidas se elaborará un estudio previo que detallará los siguientes aspectos: a) justificación de la viabilidad ambiental y constructiva, b) descripción de las características básicas en relación con el efecto de la actuación sobre los hidrogramas de avenida y las características de la zona inundable y c) análisis de los efectos alcanzados por la actuación en materia de reducción de daños. Este análisis concluirá en el establecimiento de los criterios de protección que se deben utilizar en cada zona y, en concreto, el período de retorno para el que se pretende defender la misma. Dicho período dependerá del nivel de riesgo admisible en la zona inundable, considerando los aspectos sociales, medioambientales y económicos.

En el caso de que se estime oportuno proceder a ejecutar obras de defensa para proteger una determinada zona urbana o rural, al objeto de evitar o reducir los daños que se pudieran producir en la misma, el rango recomendado en los períodos de retorno a considerar serán los reflejados en la tabla adjunta.

TIPO DE OBRA	ZONA PROTEGIDA	PERÍODOS DE RETORNO (AÑOS)
Diques	Urbana	200 - 500
	Rural	40 - 100
Cauces excavados	Urbana	100 - 250
	Rural	20 - 50

Periodos de retorno a considerar según el Plan hidrológico del Júcar

En aquellos casos de situaciones intermedias a las contempladas, como son las zonas semiurbanas o bien las de encauzamiento cuya capacidad se logra con diques y, en parte, excavación, se podrán utilizar unos rangos de período de retorno intermedios.

El artículo 59 "Criterios para la ordenación de zonas inundables" de la normativa del Plan establece que los mapas de riesgo que sirvan de base para la delimitación de usos se habrán de trazar, al menos, para los períodos de retorno de 50, 100 y 500 años. Según el apartado 2 del citado artículo, el estudio y la aprobación del planeamiento urbano en las zonas inundables quedará sujeto a la definición previa de la zona de inundación, recomendándose la revisión del planeamiento urbano ya aprobado en las zonas potencialmente inundables que no hayan tenido en cuenta este aspecto en la redacción del mismo.

7. PROCESO DE INFORMACIÓN PÚBLICA

De acuerdo con la Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, cuya transposición al Derecho español se ha realizado a través de la Ley 9/2006, de 28 de Abril, publicada en el BOE de 29 de Abril de 2006, y según consta en el artículo 10 de la mencionada Ley 9/2006, es preceptiva la realización de una consulta pública de la versión preliminar del plan y de su correspondiente informe de sostenibilidad ambiental, con las siguientes actuaciones:

- Puesta a disposición del público, y,
- Consulta a las Administraciones públicas afectadas y al público interesado, que dispondrán de un plazo mínimo de 45 días para examinarlo y formular observaciones.

Como consecuencia de ello, el 11 de diciembre de 2012 en el BOE nº 297 se publicó el Anuncio de la Confederación Hidrográfica del Júcar por el que se somete a información pública el Plan Director de Defensa contra las avenidas en la Comarca de la Marina Baja Alicante, clave: FP.499.032/0411, y el correspondiente informe de sostenibilidad ambiental, consulta que tuvo lugar desde el 12 de diciembre de 2012 al 25 de enero del 2013, período durante el cual se han estado recibiendo diversas observaciones y alegaciones.

Ambos documentos se pudieron consultar en la sede de la Confederación Hidrográfica del Júcar, avenida Blasco Ibáñez 48 de Valencia, en la página web de la Confederación (<http://www.chj.es>) y en la del Ministerio de Medio Ambiente (<http://mma.es>), en el apartado de Evaluación Ambiental. Además, con el fin de asegurar la participación activa, se enviaron estos dos documentos, vía correo postal, a una serie de personas y entidades, partes interesadas del Plan (en total 108 en la Marina Baja).

Como resultado de este proceso se han recibido diversas alegaciones.

7.1. RELACIÓN DE ALEGACIONES Y OBSERVACIONES

Se han recibido un total de 17 alegaciones u observaciones y se está pendiente de recibir, fuera de plazo, las alegaciones del Ayuntamiento de Alfàs del Pi.

Se adjunta a continuación la relación de alegantes con una breve reseña de los principales asuntos tratados por cada uno de ellos:

Nº	ORGANISMO	TEMAS TRATADOS
1	AYUNTAMIENTO DE ALTEA	<ul style="list-style-type: none"> - Propuesta de modificación de la ubicación de áreas de laminación controlada (Barranquet). - Propuesta de modificación de la desembocadura del Barranquet. - Propuesta modificación secciones tipo. - Impacto global del Plan
2	AYUNTAMIENTO DE CALLOSA D'EN SARRIÀ	<ul style="list-style-type: none"> - Aclaraciones sobre los diques de retención (Algar y Bolulla) - Aclaraciones sobre la peligrosidad inundaciones. - Aclaraciones sobre puente de Fuentes del Algar.
3	AYUNTAMIENTO DE ORXETA	<ul style="list-style-type: none"> - Estado de cauces en el T.M. - Acondicionamiento de vados.
4	AYTO SELLA	<ul style="list-style-type: none"> - Estado de los cauces en el T.M.
5	AYTO VILLAJYOYOSA	<ul style="list-style-type: none"> - Propuesta de modificación de trazado (Refoio). - Aclaraciones sobre PGOU.
6	DG PROTECCIÓN CIVIL	<ul style="list-style-type: none"> - Aclaraciones sobre legislación afectada.
7	DG COSTAS	<ul style="list-style-type: none"> - Observación favorable al Plan.
8	DG CAMBIO CLIMÁTICO	<ul style="list-style-type: none"> - Consideración del cambio climático.
9	AUMAR	<ul style="list-style-type: none"> - Traslado a Demarcación de Carreteras.
10	INSTITUTO ECOLOGIA LITORAL	<ul style="list-style-type: none"> - Observación favorable al Plan.
11	CR HUERTAS DE VILLAJYOYOSA	<ul style="list-style-type: none"> - Aclaraciones sobre zonas seleccionadas.
12	DIPUTACIÓN DE ALICANTE	<ul style="list-style-type: none"> - Aclaraciones sobre reforestaciones y restauraciones.
13	MFOM EXPLOTACION AP-7	<ul style="list-style-type: none"> - No emite alegaciones.
14	SERV PROV COSTAS	<ul style="list-style-type: none"> - Aclaración sobre aplicación de normativa sobre sedimentos aluviales.
15	GVA MEDIO NATURAL	<ul style="list-style-type: none"> - Aclaraciones sobre tramitación ambiental
16	GVA PLANIFICACION TTRIAL	<ul style="list-style-type: none"> - Aclaración sobre aspectos competenciales.
17	GVA CALIDAD AMBIENTAL	<ul style="list-style-type: none"> - Aclaraciones sobre excedentes de tierras.
18	AYTO ALFÀS DEL PI	<ul style="list-style-type: none"> - Propuesta de modificación de la ubicación y diseño de áreas de laminación controlada

Todas las observaciones y alegaciones han sido analizadas y estudiadas individualmente. Del análisis conjunto de las observaciones y alegaciones se desprenden una serie de aspectos que se pueden agrupar en los siguientes tipos:

1. Observaciones en referencia a cambios específicos de las soluciones planteadas.
2. Observaciones en referencia a asuntos que quedan fuera del ámbito del Plan.

3. Observaciones en relación a temas específicos (legislación, competencias, cambio climático).

En el primer grupo se encuentran diversas solicitudes para modificar la ubicación de áreas de laminación controlada, propuestas de cambios de trazado de los encauzamientos, propuestas de cambio de secciones tipo de encauzamientos o diques de retención, etc.

A todas ellas, después de las aclaraciones oportunas, se ha contestado en el sentido de que es importante señalar que el Plan Director no condiciona en absoluto cuestiones tales como la ubicación final de las áreas de laminación controlada, el trazado de los encauzamientos o las secciones tipo de las soluciones, que se diseñarán definitivamente en la redacción de los correspondientes proyectos de construcción, momento en el que se tendrán en cuenta las cuestiones planteadas.

Por tanto, si bien se han incorporado al Plan Director algunas de las cuestiones planteadas en este momento, no se incorporan todas las modificaciones a los estudios de soluciones adjuntos al presente Plan, esperando a la redacción definitiva de los mismos.

En el segundo grupo se encuentran todas aquellas observaciones en referencia a la limpieza de los cauces, acondicionamiento de vados, soluciones que modificarían el dominio público hidráulico, etc.

A este segundo grupo, también después de las aclaraciones oportunas, se ha contestado en el sentido de que cuestiones como el mantenimiento de diferentes elementos de los aprovechamientos existentes, acondicionamiento y señalización de viales o la restauración de cauces públicos no son objeto del Plan Director.

Por una parte, son los titulares de los aprovechamientos o de los viales los que deben mantener las condiciones de éstos, mientras que la restauración y acondicionamiento de cauces públicos forma parte de las actuaciones y proyectos ordinarios de la Confederación Hidrográfica del Júcar, siempre en función de las disponibilidades económicas y presupuestarias del Organismo. El Plan Director analiza aquellas zonas donde se observan graves problemas de inundación para las personas y bienes.

Por último se encuentra el grupo de observaciones en relación a un asunto específico como la legislación, aspectos competenciales o el cambio climático.

- **Legislación.** En este punto se ha recopilado e incorporado al Plan Director aquel conjunto de normas o leyes vigentes que son afectadas o afectan al contenido del Plan, tales como las relacionadas con Protección Civil, sedimentos fluviales o residuos inertes, para que sean tenidas en cuenta en la redacción de los proyectos constructivos correspondientes.

- **Cambio climático.** En relación a este importante asunto, el Plan incluía referencias a la bibliografía existente acerca de la influencia del cambio climático sobre las mareas, el régimen de precipitaciones extremas o su estacionalidad, si bien el análisis de toda la documentación disponible nos lleva a concluir, como así consta en el Plan Director, que los resultados obtenidos en la simulación de procesos atmosféricos cuentan actualmente con un elevado grado de incertidumbre, conclusión similar a la de la documentación citada en las observaciones, como la correspondiente a la encomienda de gestión de la Dirección General del Agua al CEDEX para el estudio del cambio climático en los recursos hídricos y las masas de agua, que ha sido convenientemente analizado.

No obstante parece muy razonable que, en el momento de acometer los proyectos de construcción definitivos, y como fase previa al desarrollo de los mismos, se actualice la información existente en esta materia.

- **Aspectos competenciales y Planificación.** Las valoraciones incluidas en el Plan Director representan los presupuestos totales obtenidos para el conjunto de todas las medidas previstas. El Plan Director se centra en disponer de una aproximación a las cifras de inversión totales con el fin de juzgar la viabilidad de la financiación del Programa de Medidas considerado.

Tal y como se ha reflejado en los apartados anteriores, la inversión necesaria para llevar a cabo el Programa de Medidas correspondiente al Plan Director de Defensa contra Avenidas en la Marina Baja asciende a 18,0 millones de ejecución material, en el que se detallan los agentes que intervienen en la financiación de las medidas.

Debe tenerse en cuenta que dicho "agente financiador" se refiere a la administración que financia en primera instancia la actuación. No es función del Plan Director establecer los flujos de capital que se producen a lo largo de todo el proceso de ejecución de las medidas propuestas. La correcta definición de responsabilidades en materia de financiación, sobre todo cuando se trata de actuaciones conjuntas entre varias administraciones, se define a través de protocolos o convenios específicos de colaboración, algunos de los cuales deberán definirse en el futuro.

Evidentemente el presente documento no puede realizar una previsión de plazos de ejecución de actuaciones, ni un modelo de financiación para alguna de las medidas cuya competencia corresponde a distintas administraciones, en un proceso complejo en general, siendo necesario en consecuencia, que aquellas actuaciones en las que intervengan conjuntamente las administraciones central, regional, o local, sean planificadas en común entre las administraciones.

Por otra parte, la actual coyuntura económica, junto a las disponibilidades presupuestarias actuales, impone un grado de incertidumbre alto tanto en la determinación de plazos como en la determinación de

prioridades de las actuaciones a acometer, resultando aconsejable realizar una programación que, aunque extensa en el tiempo, sea realista.

Por otra parte en las líneas estratégicas del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Júcar, actualmente en fase de aprobación, se contempla la Gestión del Riesgo de Inundación, así como las medidas estructurales de defensa frente a inundaciones, siendo este el instrumento que debe armonizar y que coordinará las actuaciones previstas en este Plan Director.

No obstante, en aquellas actuaciones de la tabla anterior cuya principal competencia recaer en la administración hidráulica de la AGE, a través de la Confederación Hidrográfica del Júcar (acondicionamiento de cauce, áreas de laminación controlada y presas), se ha realizado una previsión de plazos anuales de ejecución.

Sin embargo, es importante señalar que para que una determinada actuación pueda llevarse a cabo en su totalidad buscando la máxima eficiencia, es imprescindible la colaboración de todas y cada una de las Administraciones implicadas, siendo este consenso el que decidirá los plazos y prioridades definitivos.

La gestión de los recursos necesarios para su ejecución podría partir de la aportación o gestión urbanística, de iniciativa pública o privada, o de otro tipo en el ámbito municipal. Otra cuestión relevante es la posibilidad de aplicar parte de estos presupuestos a los programas operativos provenientes de los fondos estructurales de la Unión Europea, si hubiera lugar, cuestión ésta que aportaría indudable fluidez a las inversiones previstas.

Se proponen dos fases coincidiendo con la aplicación de la normativa europea y con el proceso actual de la Planificación Hidrológica de la Demarcación Hidrográfica del Júcar y su revisión: Fase I (2016-2021) y Fase II (2022-2027), y su distribución en el tiempo se incluye en la tabla siguiente, apareciendo en la celda el tipo de actuación de acuerdo a la simbología que aparece a continuación para cada una de las fases citadas:

- Actuaciones estructurales: estudios de viabilidad (V), proyecto (P), redacción del pliego de bases (PB), licitación (L) y ejecución de la obra (C).

Tipología de la actuación	Actuaciones	FASE I						FASE II					
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Acondicionamiento del cauce	· Encauzamiento del barranco Hondo desde el inicio hasta el tramo encauzado existente. Adecuación y encauzamiento.	V	P	P	P	PB	L	L	C	C	C	C	C
	· Adecuación del Barranc del Barranquet. Encauzamiento sección trapecial.	V	P	P	P	PB	L	L	C	C	C	C	C
	· Adecuación del cauce del Barranc d'els Arcs. Nueva sección en Avda. Puerto, muros mampostería y hormigón encauzamiento	V	P	P	P	PB	L	L	C	C	C	C	C
	· Acondicionamiento del barranco de Lliriet.	V	P	P	P	PB	L	L	C	C	C	C	C
	· Encauzamiento del barranco Barceló.	V	P	P	P	PB	L	L	C	C	C	C	C
	· Encauzamiento Murtal. Areneros y obra de recogida.	V	P	PB/L	C	C	C						
	· Diques de retención de sólidos en los ríos Algar y Bolulla en Callosa d'en Sarriá.	V	P	P	PB	L	C	C	C				
	· Acondicionamiento y adecuación del cauce del barranco del Gullapdar.	V	P	P	PB	L	C	C	C				
	· Acondicionamiento del cauce del río Torres.	V	P	P	PB/L	C	C	C					
	· Captación y adecuación del cauce del Refoio. Arqueta de captación, encauzamiento a cielo abierto.	V	P	P	PB/L	C	C	C					
· Adecuación del cauce del Amadorio en la desembocadura.	V	P	P	PB/L	C	C	C						
Áreas de laminación controlada	· Área de laminación en la rambla del Albir de 273.000 m3.	V	P	P	P	PB	L	L	C	C	C	C	C
	· Área de laminación de 210.000 m3 en el baranco Hondo.	V	P	P	P	PB	L	L	C	C	C	C	C
	· Área de laminación de 125.000 m3 en el Barranc del Barranquet.	V	P	P	P	PB	L	L	C	C	C	C	C
	· Área de laminación en el barranco del Lliriet	V	P	P	P	PB	L	L	C	C	C	C	C
	· Área de laminación de 104.000 y 112.000 m3 en el Barceló.	V	P	P	P	PB	L	L	C	C	C	C	C
IMPORTE FASES (PBL)		8.000.000,00 €						10.000.000,00 €					

8. EQUIPO REDACTOR DEL PLAN

El equipo redactor del Plan Director de Defensa frente a Avenidas de la Comarca de la Marina Baja, ha estado formado por los siguientes técnicos:

DIRECCIÓN TÉCNICA

- D. José Antón Sempere. Ing. C.C.P. Confederación Hidrográfica del Júcar.

ASISTENCIA TÉCNICA A LA DIRECCIÓN

- U.T.E. INGIOPSA INGENIERÍA y VIELCA INGENIEROS
- Coordinación: D. José Luis Montiel García, Ing. CCP. Y D.^a Cristina Lagos Flores, Ing. CCP.
 - Pablo Vidal Rubio, Ing. TOP
 - José Manuel Gil Santacruz, Ing. CCP
 - Jorge Santamarina Iglesias, Ing. CCP
 - Luis Sapiña Vidal, Ing. CCP
 - Jose Manuel Pérez de Sousa, Ing. Montes
 - Noemí Talens Soriano Ing. Montes
 - Ivan Palau García, Ing.T.Topografía
 - Jordi Carbonell Masanet, Delineante
 - Mariano Marín Gómez, Tco. GIS
 - Víctor Cerero López. Delineante

COLABORACIÓN

- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. Instituto de Ingeniería del Agua y Medioambiente (IIAMA)
 - Félix Francés, Catedrático de Ingeniería Hidráulica, Dr. Ing. CCP
 - Gianbattista Bussi, Ingeniero Medioambiental.
 - José Luis Salinas Illarena, Ing. CCP
 - Rafael García Bartual, Dr. Ing. CCP
 - Juan Camilo Múnera, Ingeniero Civil.
 - Carles Sanchis Ibor, (Centro Valenciano de Estudios del Riego)
 - José Miguel Ruiz Pérez, Doctor en Geografía
- HIDROGAIA, S.L. Tecnología del Agua y el Medio Ambiente
 - Vicente Guna Serrano, Hidrólogo
 - Enrique Ortiz Andrés, Hidrólogo

Valencia, junio de 2013

DOCUMENTO 2: PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS

MAPAS DE PELIGROSIDAD EN SITUACIÓN ACTUAL

MAPAS DE RIESGO EN SITUACIÓN ACTUAL

ACTUACIONES PROPUESTAS. PLANTA GENERAL

MAPAS DE PELIGROSIDAD EN SITUACIÓN FUTURA

MAPAS DE RIESGO EN SITUACIÓN FUTURA

MAPAS DE PELIGROSIDAD EN SITUACIÓN ACTUAL

MAPAS DE RIESGO EN SITUACIÓN ACTUAL

ACTUACIONES PROPUESTAS. PLANTA GENERAL

MAPAS DE PELIGROSIDAD EN SITUACIÓN FUTURA

MAPAS DE RIESGO EN SITUACIÓN FUTURA

DOCUMENTO 3: VALORACIÓN DEL PLAN DIRECTOR

DOCUMENTO 4: PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN

APÉNDICE 1. RECOPIACIÓN DE DATOS BÁSICOS

APÉNDICE 2. INVENTARIO DE PUNTOS CON PROBLEMAS DE INUNDACIÓN

APÉNDICE 3. ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO

APÉNDICE 4. ESTUDIO Y DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL

APÉNDICE 5. ESTUDIO PLUVIOMÉTRICO

APÉNDICE 6. ESTUDIO HIDROLÓGICO

APÉNDICE 7. ESTUDIO HIDRÁULICO

APÉNDICE 8. DEFINICIÓN DE ZONAS INUNDABLES Y DAÑOS. ESTUDIO DE
VULNERABILIDAD

APÉNDICE 9. ESTUDIOS DE SOLUCIONES

APÉNDICE 10. ENSAYOS GEOTÉCNICOS