

ANEJO 3

JUSTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS ESTRUCTURALES DEL PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN

MAYO 2022

Índice

1	Minimización de los riesgos de inundación y desbordamiento del Torrent de Ses Planes.....	1
1.1	Área de actuación.....	1
1.2	Necesidad de intervención.....	2
1.3	Estudio de alternativas.....	2
1.4	Estudio de afección a masas de agua de la DMA.....	5
1.5	Estudio de afección a espacios Red Natura.....	5
1.6	Análisis coste-beneficio de la medida.....	6
2	Minimización de los riesgos de inundación y desbordamiento del Torrente Na Bàrbara.....	7
2.1	Área de actuación.....	7
2.2	Necesidad de intervención.....	8
2.3	Estudio de alternativas.....	8
2.3.1	Consideraciones generales.....	8
2.3.2	Alternativas.....	10
2.4	Estudio de afección a masas de agua de la DMA.....	16
2.5	Estudio de afección a espacio Red Natura.....	16
2.6	Análisis coste-beneficio de la medida.....	16
3	Minimización de los riesgos de inundación y desbordamiento del Torrente Gros... 17	17
3.1	Área de actuación.....	17
3.2	Necesidad de intervención.....	18
3.3	Estudio de alternativas.....	20
3.3.1	Consideraciones generales.....	20
3.3.2	Alternativas.....	22
3.4	Estudio de afección a masas de agua de la DMA.....	31
3.5	Estudio de afección a espacios Red Natura.....	31
3.6	Análisis coste-beneficio de la medida.....	31

1 Minimización de los riesgos de inundación y desbordamiento del Torrent de Ses Planes

1.1 Área de actuación

El ámbito de esta actuación se centraría en el término municipal de Sant Llorenç des Cardassar, concretamente en los torrentes de Ses Planes y Sa Blanquera y sus cuencas.

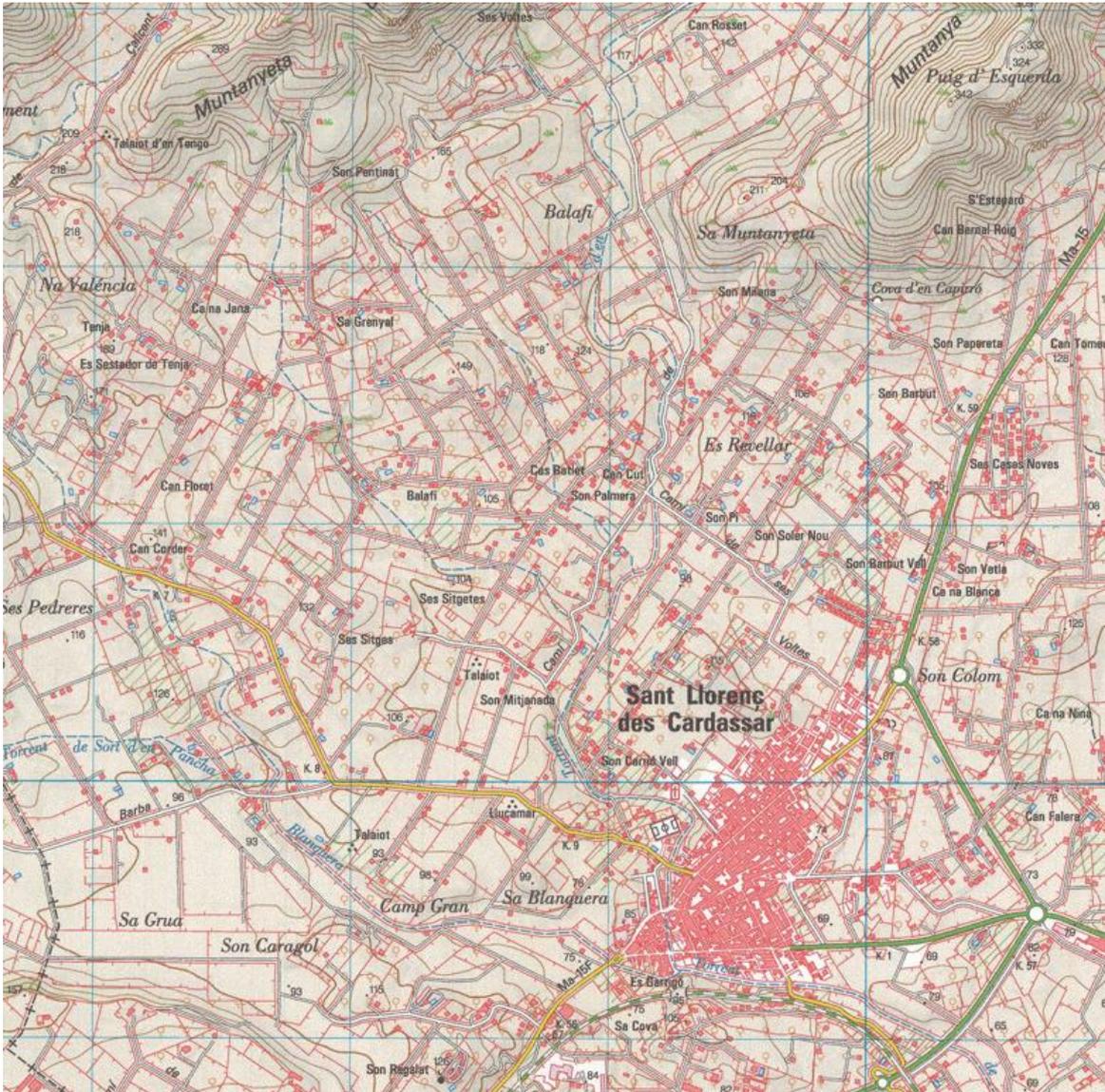


Figura 1. Sant Llorenç des Cardassar. Fuente MTN25 IGN.

Durante el primer ciclo de la EPRI el Torrent de Ses Planes ya se incluyó como tramo ARPSI con el código ES110_ARPSI_01581. El ámbito en el que se desarrollarán las alternativas incluye la totalidad del núcleo urbano de Sant Llorenç des Cardassar, así como el suelo rústico situado en las proximidades del suelo urbano y/o urbanizable.

1.2 Necesidad de intervención

El Torrent de Ses Planes tiene una cuenca muy extensa, con una geometría y unas pendientes que propician avenidas muy intensas con tiempos de concentración relativamente cortos. Adicionalmente al caudal de esa cuenca rápida se le suma el caudal procedente del Torrent de Sa Blanquera que se incorpora en la parte baja del casco urbano creando una zona de desbordamiento grave cuando se supera la capacidad hidráulica del encauzamiento.

Históricamente y tal como se recoge en el documento de *Revisión y actualización de la EPRI de segundo ciclo*, la población de Sant Llorenç ha sufrido 26 inundaciones desde que se tienen registros, de las cuales 6 han acontecido durante el periodo 2007-2019. Cabe señalar que la configuración de la cuenca y del cauce actuales son muy semejantes a las que se han dado durante este período.

El último episodio de gran magnitud acontecido en el municipio de Sant Llorenç tuvo lugar el 9 de octubre de 2018 cuando se produjo un episodio de lluvias muy intensas en el levante mallorquín que causó graves inundaciones afectando a un gran número de vecinos de la comarca. Este evento concluyó con la pérdida de vidas humanas, así como con la destrucción de bienes públicos y privados que comportaron unos costes de reparación aún por cuantificar definitivamente pero que exceden de los 17 millones de euros.

1.3 Estudio de alternativas

Las alternativas a considerar se basarán en el “Estudio previo de soluciones para el riesgo de inundación en el núcleo urbano de Sant Llorenç des Cardassar” cuyo objetivo era orientar a la Dirección General de Recursos Hídricos sobre las medidas a adoptar para asegurar la protección del núcleo urbano de Sant Llorenç sin incrementar el riesgo aguas abajo del núcleo urbano de Sant Llorenç.

En este análisis se prevén las 3 alternativas, una de ellas se propone con dos variantes.

La alternativa 1 consiste en realizar un desvío del cauce urbano actual, por otro trazado en suelo no urbano, con el fin de minimizar el riesgo en la zona urbana.

Pudiéndose realizar el desvío de dos formas:

En la alternativa 1.1 se contempla un muro de 2 m de altura, situado 670 metros aguas arriba del comienzo del tramo encauzado de hormigón, al final del muro se ubica un elemento para divertir caudal entre el cauce existente y el nuevo desvío de hormigón, que tiene una sección prevista de 12m x 5 m con una longitud de 925 m. Aguas abajo se sitúa un nuevo encauzamiento de hormigón del Torrent de Sa Blanquera, que tendrá unas dimensiones de 26m x 2m de alto y una longitud de 320m. El Torrent de Ses Planes se recrece con una nueva sección de 31 m x 2.50 m y cuya longitud es de 950 metros. Se tendrán que redimensionar 3 obras de fábrica a fin de que sean capaces de desaguar el caudal para 500 años de periodo de retorno.

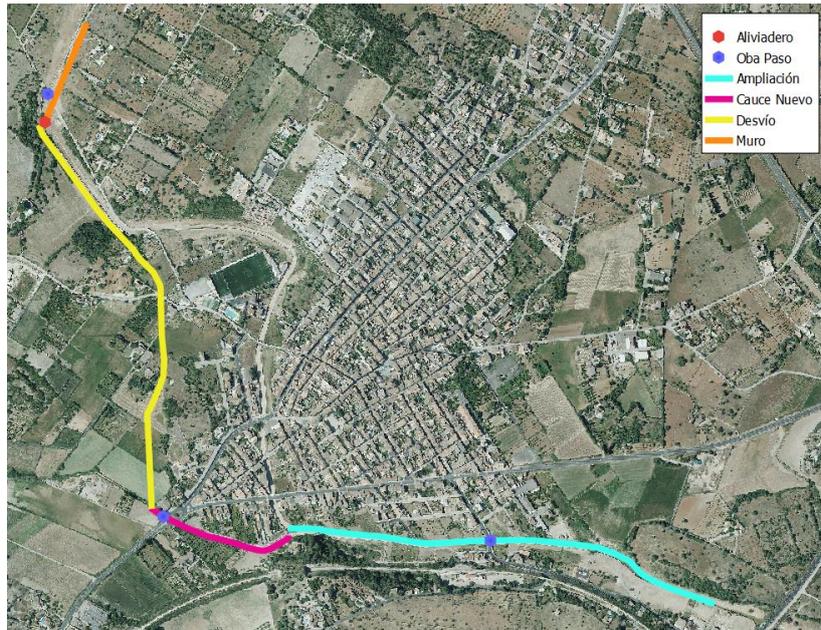


Figura 2 Alternativa 1.1

En la alternativa 1.2 se contempla un muro de 2m de altura, situado 670 metros aguas arriba del comienzo del tramo encauzado de hormigón, al final del muro se ubica un elemento para divertir caudal entre el cauce existente y el nuevo desvío de hormigón, que tiene una sección prevista de 12m x 5 m con una longitud de 2 Km. Se tendrá que redimensionar 1 obra de fábrica próxima al muro de nueva construcción a fin de que pueda desaguar el caudal para 500 años de periodo de retorno.

Al igual que en la alternativa anterior, la ejecución de este desvío podría producir un aumento de caudal o velocidad aguas abajo del mismo, por lo que será necesario ubicar una serie de balsas de laminación, localizadas en suelo rústico y que preferentemente emplazadas en llanuras geomorfológicas de inundación para eliminar el incremento de los efectos nocivos producidos por un evento inundable.

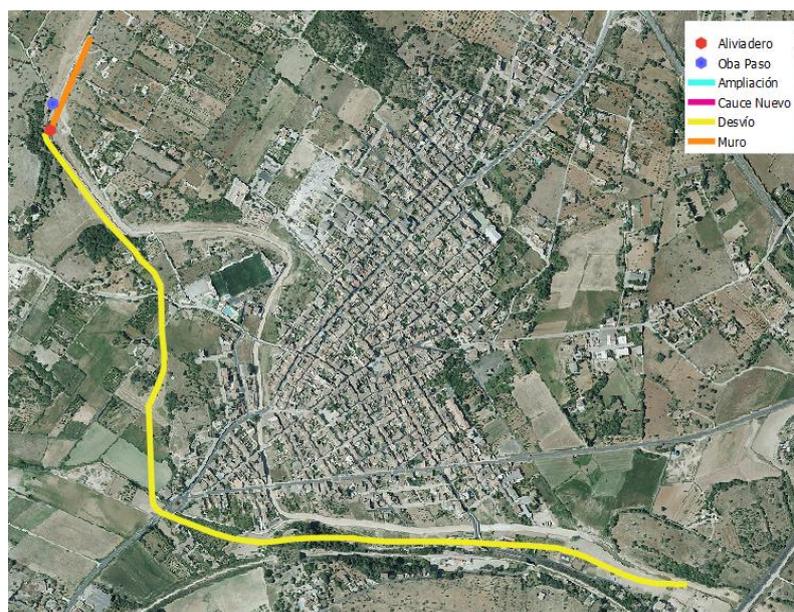


Figura 3 Alternativa 1.2

La alternativa 2 es una ampliación de la alternativa 1, donde adicionalmente al desvío del cauce original, se propone la generación de diversas zonas de laminación, ubicadas en la zona de aguas arriba del casco urbano, a fin de ajustar la capacidad del desagüe del torrente en el interior del núcleo urbano consolidado. De nuevo, el periodo de retorno evaluado es de 500 años.

Como se ha mencionado previamente esta alternativa 2 constará una serie de elementos de laminación situados en los torrentes de Ses Planes y Sa Blanquera. Estas balsas se ubicarán en terreno rústico preferiblemente aprovechando las zonas potencialmente inundables existentes, además tal y como se propone en la alternativa 1, se ejecuta un muro de 2m de altura, situado a 670 metros aguas arriba del comienzo del tramo encauzado de hormigón, al final del este muro se ubica un elemento para divertir caudal entre el cauce existente y el nuevo desvío de hormigón, que tiene una sección prevista de 12m x 5 m con una longitud de 700 m. Aguas abajo se sitúa un nuevo encauzamiento de hormigón del Torrent de Sa Blanquera, que tendrá unas dimensiones de 26m x 2m de alto y una longitud de 350m. El Torrent de Ses Planes se recrece con una nueva sección de 31 m x 2.50 m y cuya longitud es de 950 metros. Se tendrán que redimensionar 3 obras de fábrica a fin de que sean capaces de desaguar el caudal para 500 años de periodo de retorno.

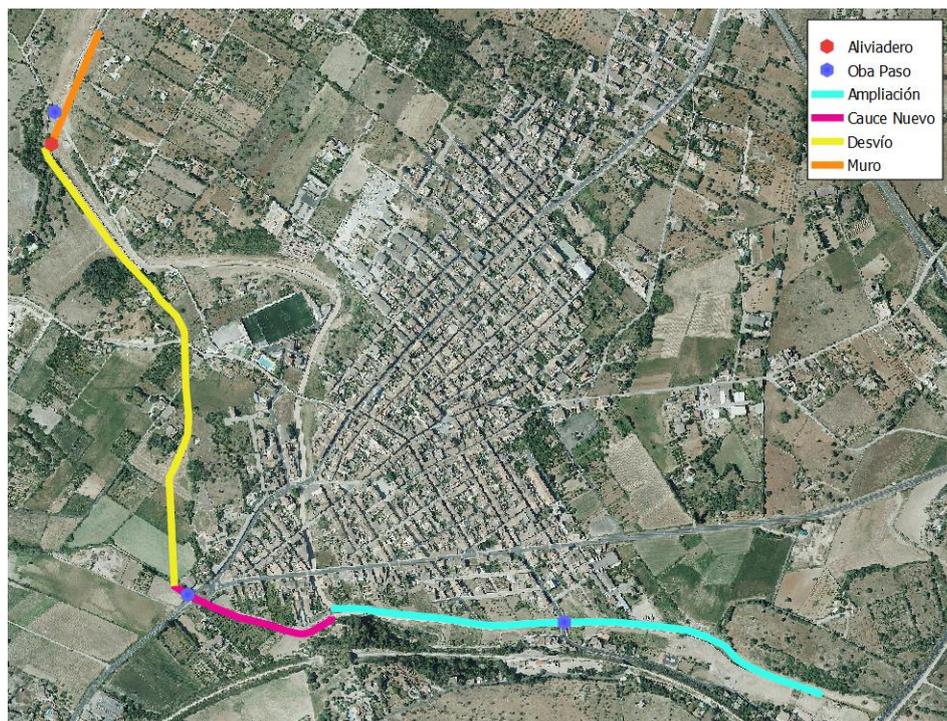


Figura 4 Alternativa 2

Por último, la alternativa 3 está formada por una serie de elementos laminadores en el torrente de Ses Planes situados aguas arriba del núcleo urbano en suelo rústico y preferentemente aprovechando zonas potencialmente inundables, adicionalmente se ampliaría el cauce actual, de tal forma que sea capaz de albergar el caudal punta para un periodo de retorno de 500 años junto con la ampliación de las 6 obras de fábrica localizadas a lo largo del torrente de Ses Planes.



Figura 5 Alternativa 3.

1.4 Estudio de afección a masas de agua de la DMA

Las posibles masas de agua que, por motivos de proximidad, podrían verse afectadas por la realización de esta actuación serían:

- Masas de agua categoría río: 11015801
- Masas de agua subterránea: 1817M3

1.5 Estudio de afección a espacios Red Natura

La ejecución de estas actuaciones no prevé que afecte a ninguna zona protegida por la Red Natura 2000.

Si bien en la parte alta de la cuenca encontramos el Àrea Natural d'Espècial Interès (ANEI) denominada como Calicant y un Àrea Rural d'Interès Paisatgístic (ARIP) recogidas en las Áreas de Especial Protección de las Illes Balears por la Llei 1/1991, de 30 de enero, de espacios naturales y de régimen urbanístico de las áreas de Especial Protección de les Illes Balears; las actuaciones contempladas no afectan a ninguna de estas dos áreas.

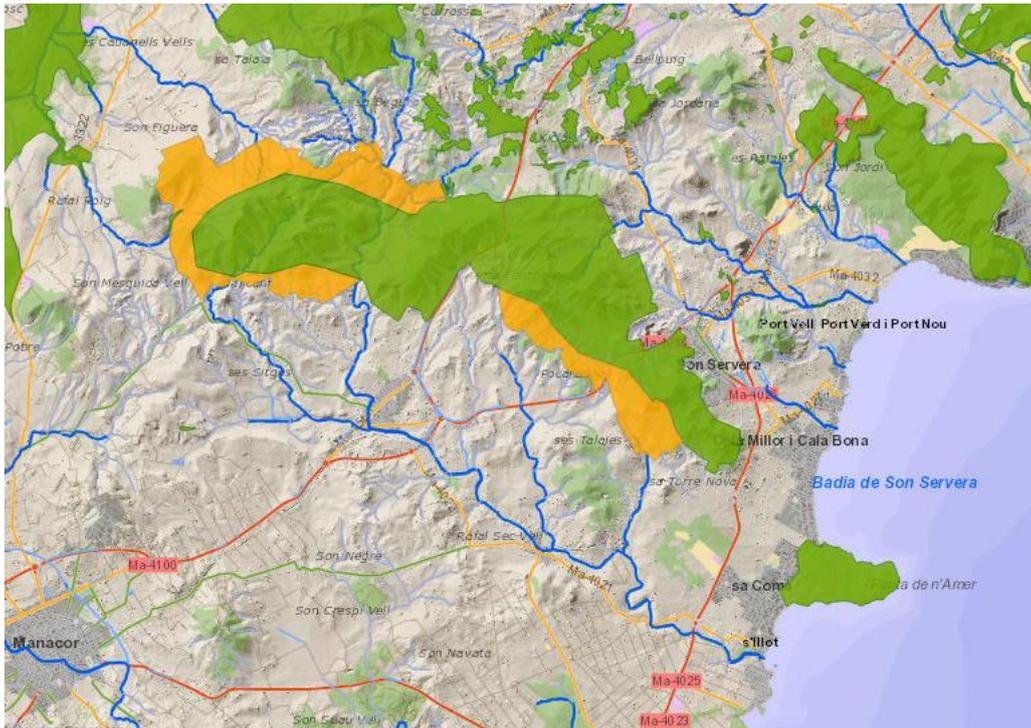


Figura 6. Zonas ANEI (verde) y ARIP (naranja) en la cuenca.

1.6 Análisis coste-beneficio de la medida

De todas las alternativas se espera reducir el riesgo de inundación en Sant Llorenç, a la vez que en los núcleos de Son Carriò y S'Illot, ya que el sistema de laminación reduce los caudales punta que discurren por los torrentes.

Puesto que entre los daños registrados en el último evento de inundación importante se cuenta la pérdida de vida humanas, se considera necesario ejecutar alguna actuación que presumiblemente corresponderá a la alternativa 2.

El Daño Anual Esperado se calcula con la metodología explicada en el Apéndice 1 y no se corresponde con los daños para ningún periodo de retorno en concreto si no con una ponderación de los daños para diferentes periodos de retorno teniendo en cuenta la probabilidad de superación de los caudales correspondientes. Al ser este valor anual de 7,611,382.02 € y el coste estimado de la actuación de 25,000,000€ se prevé que la medida quedará justificada cuando se concluya el análisis de coste-beneficio. La aceptación de la medida queda condicionada a esta justificación

Como resumen del análisis de daños, se muestra la siguiente tabla:

Daño anual esperado	7,611,382.02 €
Daño periodo de retorno 10 años	10,505,136.16 €
Daño periodo de retorno 100 años	42,131,058.66 €
Daño periodo de retorno 500 años	57,819,623.75 €

Tabla 1. Análisis de daños.

2 Minimización de los riesgos de inundación y desbordamiento del Torrente Na Bàrbara

2.1 Área de actuación

El ámbito de esta actuación comprende el Torrent de Na Bàrbara y su cuenca y previsiblemente las actuaciones a realizar quedarán comprendidas en el término municipal de Palma.



Figura 7. Núcleo urbano de Palma de Mallorca. Fuente MTN25 IGN.

Los trabajos englobados en la presente actuación podrán desarrollarse principalmente entre un kilómetro aguas arriba del cruce del este cauce con la carretera Ma-2110 de Palma a Valldemossa hasta su desembocadura, dichas actuaciones acontecen tanto en suelo rústico, como en suelo urbano, en el tramo ARPSI ES110_ARPSI_01291, todo ello sin perjuicio de posibles actuaciones en los afluentes de la cuenca vertiente.

2.2 Necesidad de intervención

Históricamente y acorde a la revisión y actualización de la EPRI de segundo ciclo, el municipio de Palma ha sufrido 116 inundaciones, desde que se tienen registros, de las cuales 23 han acontecido durante el periodo 2007-2019.

Si bien el ámbito de influencia del Torrent Gros ES110_ARPSI_01302 se sitúa tanto entre términos municipales de Palma y Marratxí, el tramo ARPSI ES110_ARPSI_01291 correspondiente al Torrent de Na Bàrbara discurre íntegramente por el municipio de Palma.

2.3 Estudio de alternativas

2.3.1 Consideraciones generales

Para establecer las medidas correctoras se ha intentado establecer el siguiente criterio de actuación:

- Evitar desbordamientos de unas cuencas hacia otras
- Laminar en zonas que sean potencialmente inundables en terreno rústico
- Aprovechar la laminación natural producida por las avenidas en terreno rústico o espacios libres públicos
- Introducir medidas que permitan gestionar la carga contaminante de avenidas urbanas
- Renaturalizar cauces públicos cuando esto sea posible

Evitar desbordamientos entre cuencas:

Este tipo de medidas responden a una necesidad muy específica de las cuencas del torrente Gros y el torrente Bàrbara. En efecto, el desbordamiento del torrente Gros (ES110_ARPSI_01302), implica un trasvase de caudales de avenidas hacia la llanura de inundación del torrente Bàrbara (ES110_ARPSI_01291), ubicada en zona urbana. Puesto que se trata de una inundación de una zona urbana y en la parte baja de la cuenca, hay que intentar evitar que se produzca ya que, al ubicarse en la parte baja, la laminación producida por la inundación no aporta ningún beneficio y, por otro lado, al tratarse de una zona urbana, el coste de la inundación asociada es muy elevado.

Esta medida se materializa diseñando unas motas o elementos de contención que limitan las zonas inundables. Estas motas se ubican en el límite entre zonas rústicas y zonas urbanas u ocupadas por viviendas o infraestructuras, a fin de proteger esos bienes y permitir la inundación y, por tanto, la laminación, de las zonas en rústico o espacios libres públicos. Estas motas se complementan con encauzamientos de bajo período de retorno, a fin de limitar los daños producidos por la inundación.

Laminar en terreno rústico

Implica la propuesta de determinadas balsas en terrenos rústicos y preferiblemente en zonas que son potencialmente inundables del torrente de Na Bàrbara.

Para hacer un predimensionamiento de esas balsas, se debe estimar previamente la capacidad de desagüe del cauce. Así, el caudal que deberían regular las zonas de laminación sería el caudal de avenida de 500 años de período de retorno menos el caudal de avenida desaguado. Esa diferencia de caudal, supuesto constante durante el tiempo de concentración para que quede del lado de la seguridad, sería el volumen a contener con medidas de laminación. El diseño de detalle de los elementos de laminación deberá centrarse en que éstos entren en acción en el momento en que el caudal se acerque más al caudal punta.

Dichas áreas se ubicarán en suelo rústico de forma que no incluyan viviendas u otras infraestructuras; y además que no contengan, a ser posible, cultivos valiosos y que no ocupen terrenos con una pendiente excesiva. Las balsas se materializarían con la excavación del calado necesario para incrementar en ellas el volumen que ya se lamina por inundación superficial. Se podría presuponer un calado de laminación medio de entre 1,5 y 3 m. No se ha considerado un calado mayor, a fin de disminuir el impacto paisajístico de estas balsas.

Por otro lado, estas balsas se deberían diseñar de modo que combinasen su función con un posible aprovechamiento lúdico y potenciando la introducción de espacios de borde fluvial, facilitando, por ejemplo, condiciones adecuadas para el desarrollo de bosques de ribera.

Aprovechar la laminación natural producida por las avenidas en terreno rústico o espacios libres públicos

Al colocar elementos que eviten la inundación solo en el lado que interesa proteger (lado urbano) y permitir que se inunde el resto, se está favoreciendo la laminación producida por la inundación, pero se protege la zona urbana. Es decir que se protege la zona urbana pero también la laminación. Por el contrario, si se opta por un encauzamiento, se protege la zona urbana y se elimina la posibilidad de laminar, incrementando así el caudal punta.

Introducir medidas que permitan gestionar la carga contaminante de avenidas urbanas

En este caso, se trata de aprovechar elementos de laminación para mejorar la gestión de aguas pluviales superficiales que puedan tener algún tipo de elemento contaminante. Para ello, se aprovecharían elementos de laminación ubicados en las proximidades de posibles focos de contaminación.

Renaturalizar cauces públicos cuando esto sea posible

Esta línea de actuación no es en sí misma una medida de disminución del riesgo de inundación, sino más bien una consecuencia de esas actuaciones. Se trata de aprovechar que determinadas medidas disminuyen el caudal punta en el cauce existente. Esa disminución de caudal punta permite transformar un cauce realizado hace tiempo con hormigón, a fin de aprovechar al máximo el espacio para conducir caudal en

un cauce más naturalizado, con mayor rugosidad, permitida por esa disminución de caudal punta.

Estos diferentes tipos de medidas correctoras se han ubicado y utilizado en diferentes puntos de la red hidrográfica en función de las necesidades detectadas y de las características geomorfológicas y urbanísticas de los cauces.

2.3.2 Alternativas

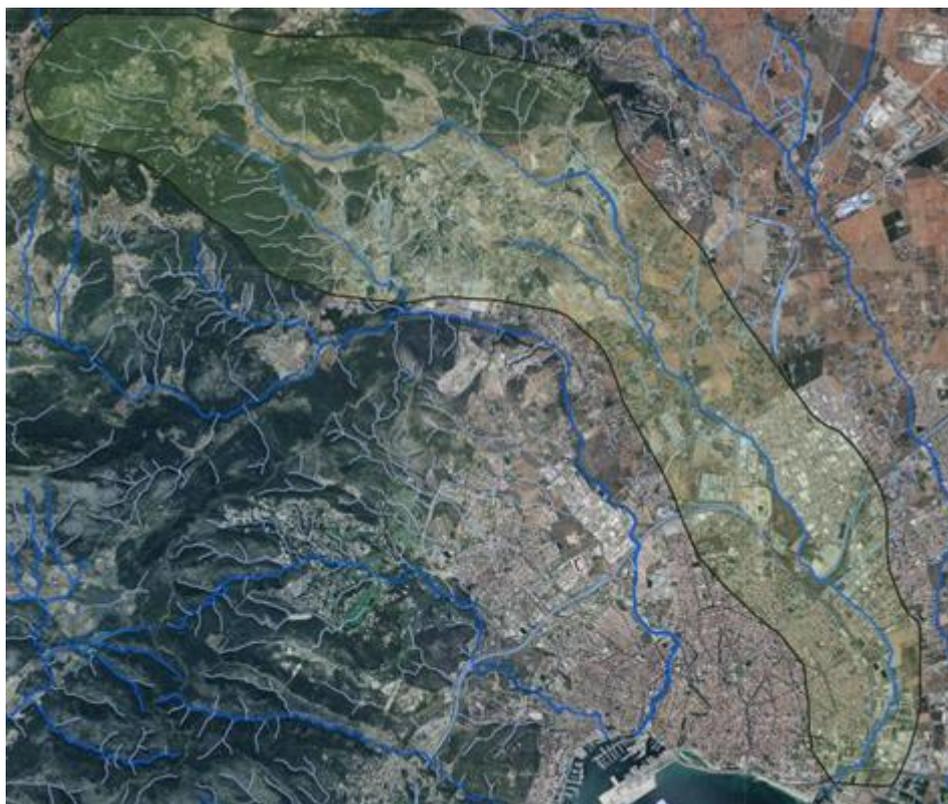


Figura 8 Torrente Bàrbara y su cuenca. Véase que buena parte de ésta ocupa la zona urbana de Palma

El torrente Bàrbara es un cauce con una cuenca relativamente reducida (41 km²) pero que, con el paso del tiempo, ha quedado rodeado y constreñido en buena parte de su último tramo por el casco urbano de Palma. Se estima que, en su desembocadura, desagua los siguientes caudales:

Caudal para T = 10 años	26.9 m ³ /s
Caudal para T = 100 años	61.9 m ³ /s
Caudal para T = 500 años	88.9 m ³ /s

Tabla 2 Caudales torrente de Na Bàrbara

Como se ve, no se trata de caudales muy elevados y en muchos tramos el torrente Bàrbara puede desaguar, con algunas medidas, caudales se aproximan a los caudales de avenida para retornos de entre 100 y 500 años.

Uno de los principales problemas del torrente Na Bàrbara es que su zona de inundación se debe, en gran medida, al agua que le llega por desbordamiento del torrente Gros. Tal y como podemos apreciar las manchas de inundación, en gran parte por ese “trasvase de zona inundable” del Gros al Bàrbara son adyacentes y se fusionan.

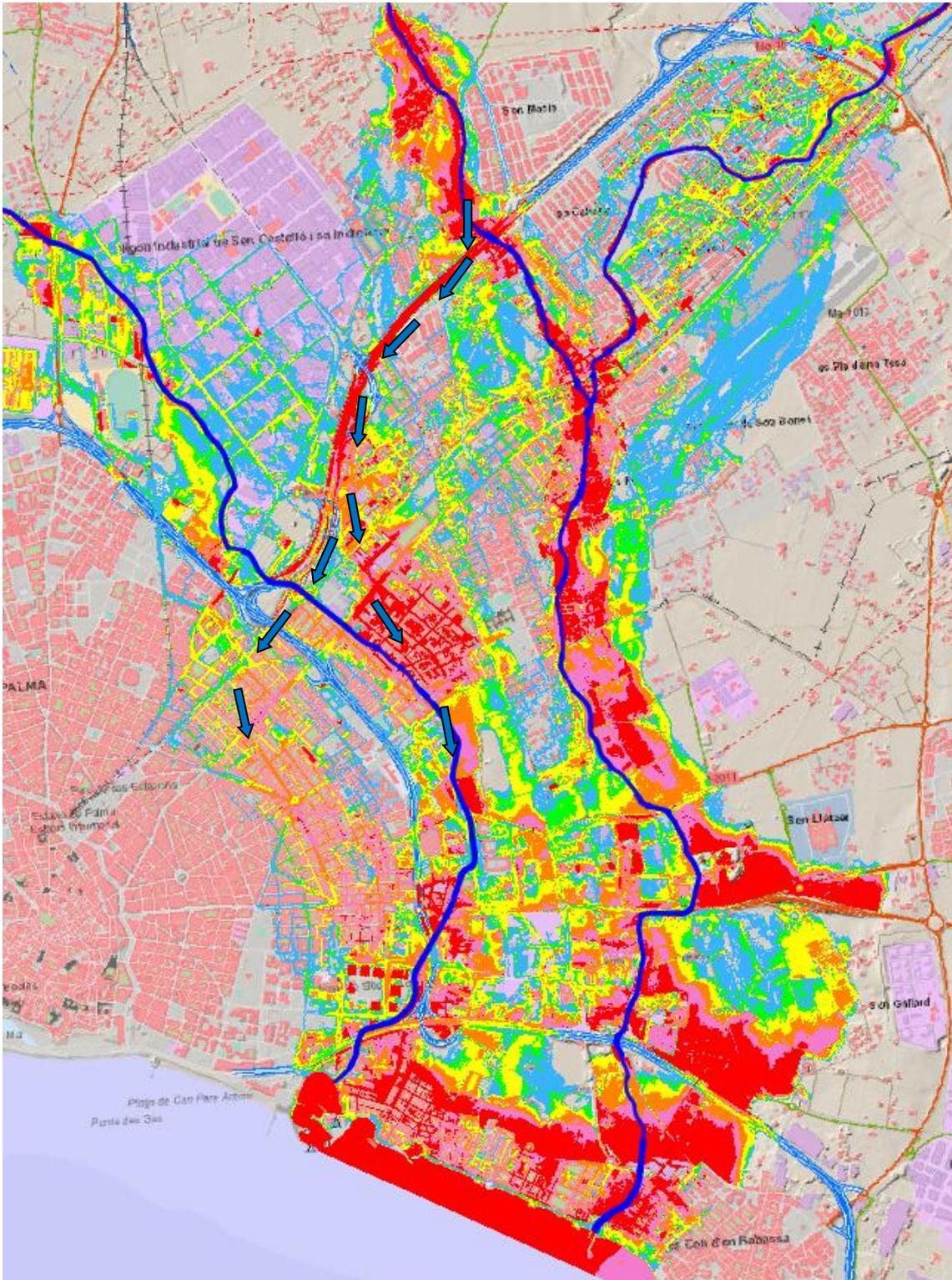


Figura 9 Zona inundable de los torrentes Bàrbara y Gros. Véase cómo el desbordamiento del torrente Gros en su cruce con la Ma-13 conduce parte de ese caudal por la misma Ma-13 hacia la zona inundable del torrente Bàrbara

Por tanto, uno de los principales objetivos para este cauce se centra en actuaciones en la cuenca del torrent Gros y en su propio cauce, a fin de evitar estos desbordamientos.

Alternativa 1: Balsas de laminación en terreno rústico

Esta alternativa apuesta por la ubicación de balsas de laminación en terreno rústico, en donde la ubicación y construcción de esos elementos tiene un coste más reducido, los elementos de laminación se ubicarán en zonas potencialmente inundable.

Para el dimensionamiento de estas balsas se estimará el caudal de avenida para 500 años de periodo de retorno, el tiempo de concentración y el caudal de diseño de desagüe del torrente. De forma general, las balsas tendrían que almacenar la diferencia de caudal entre 500 años de periodo de retorno menos el caudal de desagüe.

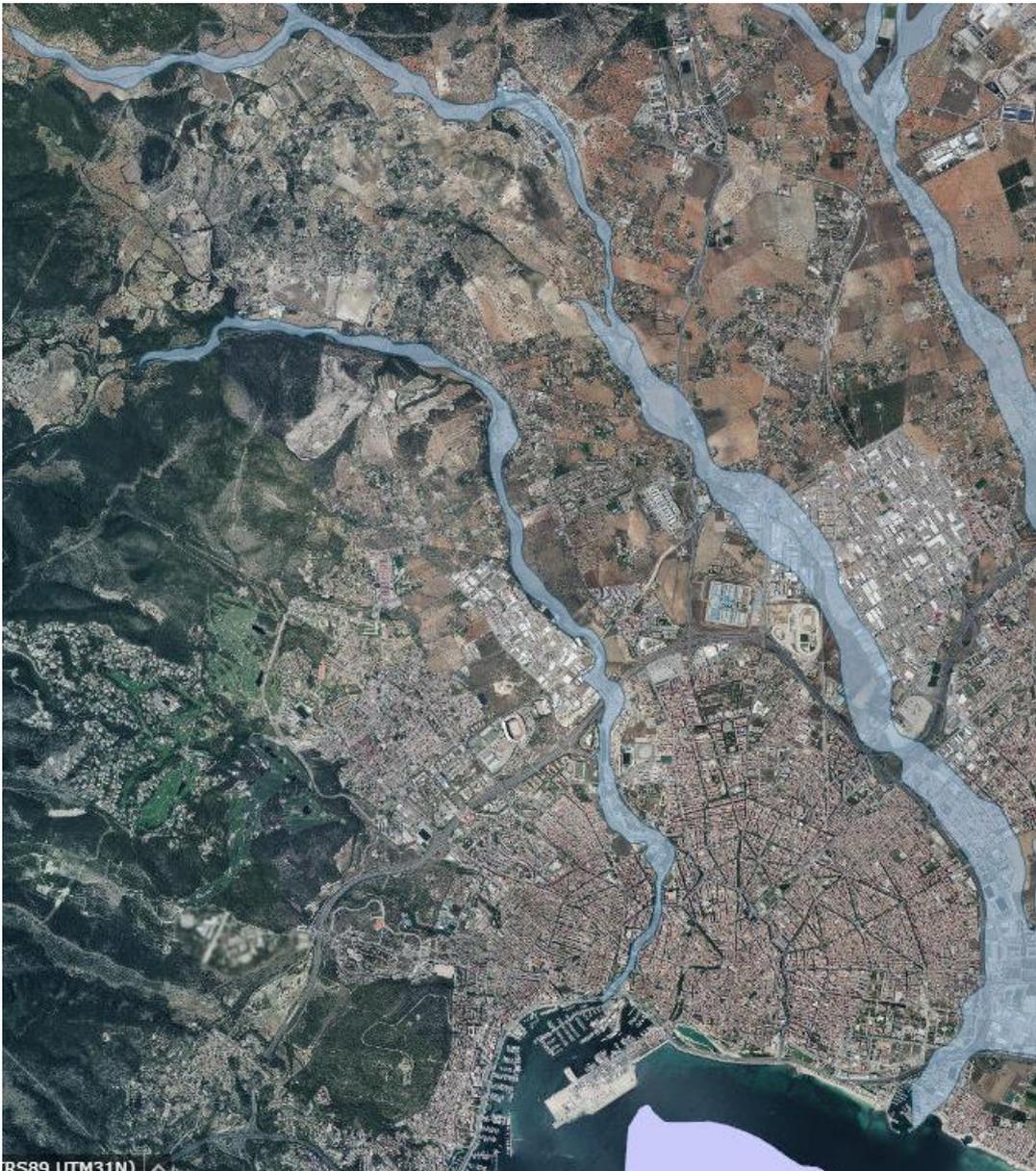


Figura 10 Llanuras geomorfológicas de inundación torrente de Sa Blanca

Las balsas a definir deberán situarse en zonas de pendiente longitudinal y transversal lo más reducida posible, a fin de poder encajar más económicamente el mayor volumen de caudal. Por otro lado, se deben ubicar también en zonas del menor valor posible, tanto desde el punto de vista ambiental como económico. Para lo primero, será conveniente ubicarlas en rústico no protegido (rústico común) y, para lo segundo, se deberá evitar la afección a viviendas e infraestructuras y, en la medida de lo posible, a cultivos de alto valor. Por último, cabe destacar que las balsas deberán localizarse en zonas que sean preferentemente potencialmente inundables.

Con la ejecución de balsas de laminación se podría adecuar el cauce existente, incluso en algunos tramos podría llegar a renaturalizarse.

Alternativa 2: Elementos de laminación en el entorno urbano

Esta alternativa pretende el aprovechamiento de determinadas zonas periurbanas, espacios libres públicos y otros espacios “residuales” de la trama urbana para introducir espacios de laminación.

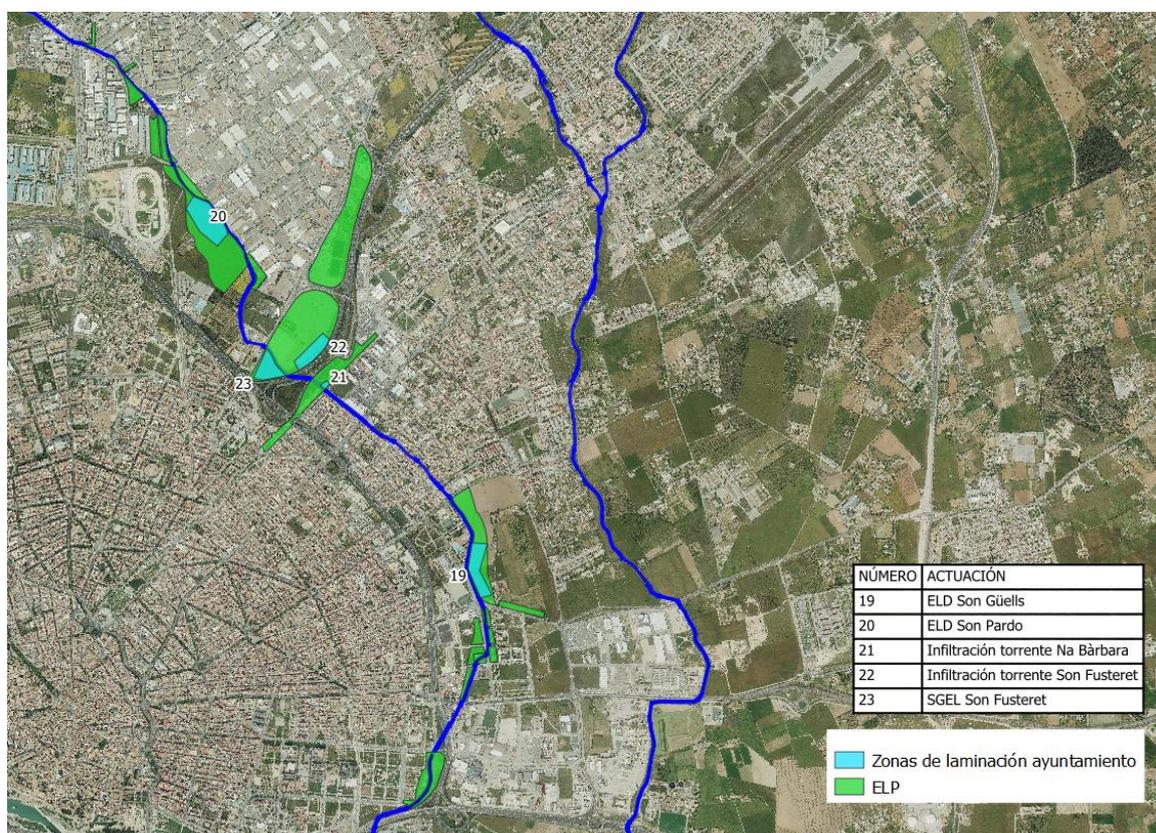


Figura 11 Ubicación de zonas urbanas de laminación

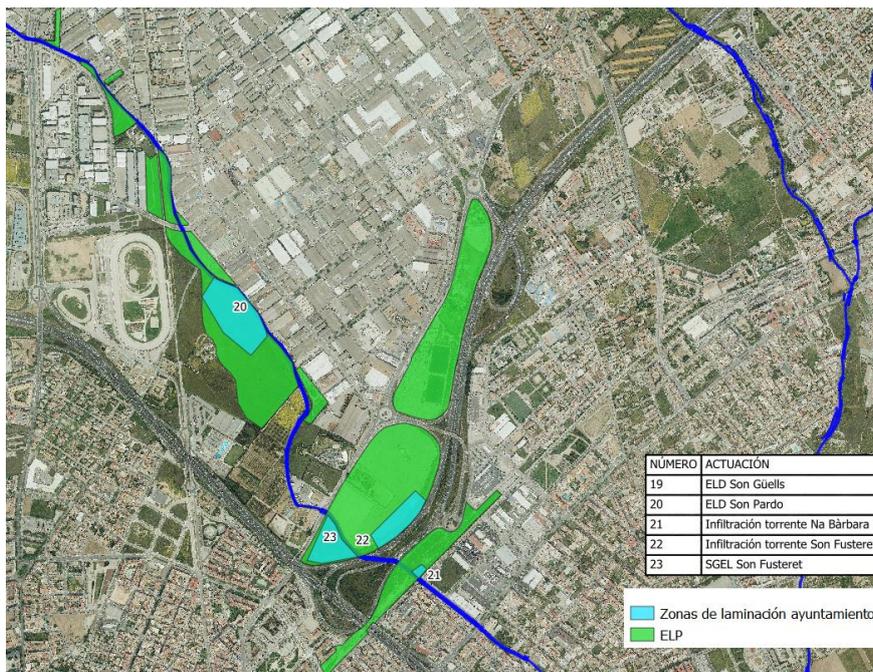


Figura 12 Ubicación detallada de zonas urbanas de laminación.

Las zonas 20 y 23 pueden aprovecharse para ubicar en ellas tanques de tormenta que ayuden a eliminar del torrente Bàrbara contaminantes provenientes de las aguas de escorrentía del polígono de Son Castelló. Los ELPs ubicados entre el polígono y el torrente o la Ma-13 pueden diseñarse de modo que colaboren en la laminación de avenidas. En particular, los ELPs ubicados entre la Ma-13 y el polígono pueden cumplir la función de contener caudales de avenida de desbordamiento del torrente Gros en su cruce con la Ma-13

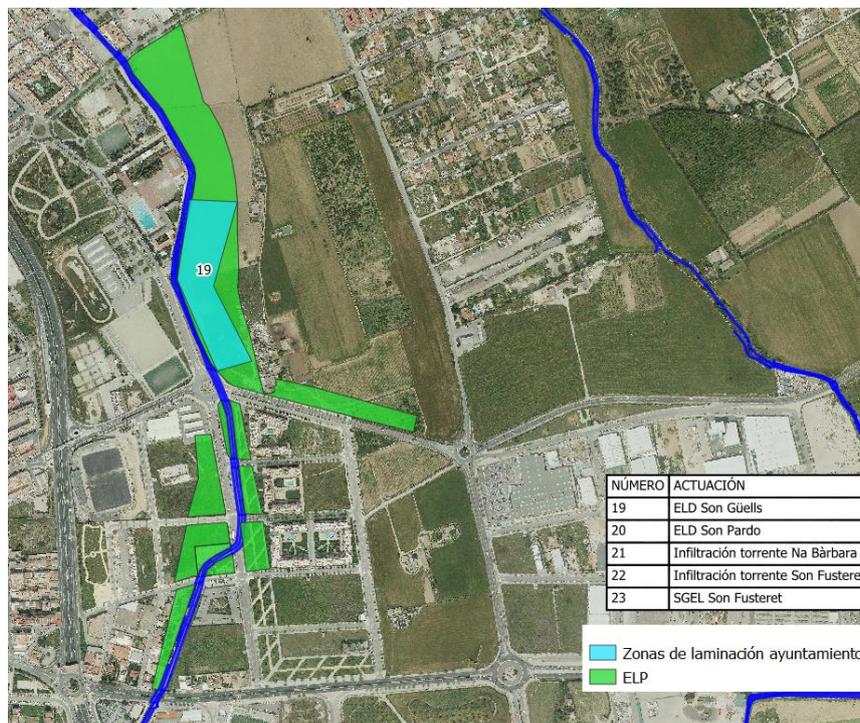


Figura 13 Ubicación detallada de zonas urbanas de laminación y ELPs que pueden colaborar en la laminación de avenidas si se diseñan teniendo en cuenta esta consideración

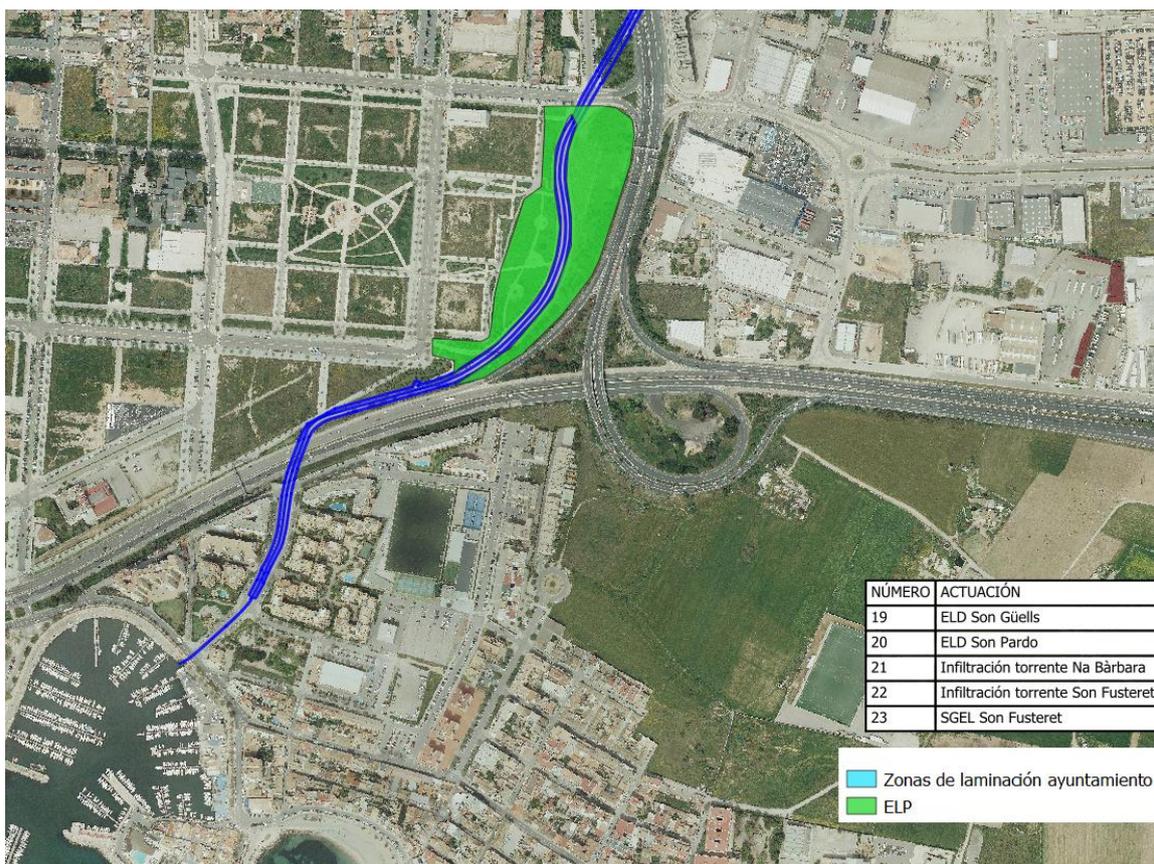


Figura 14 Ubicación detallada de zonas urbanas de laminación y ELPs. Se intentan aprovechar todos los espacios posibles

En esta colección de imágenes se han dibujado en turquesa aquellos espacios que ya ha previsto de alguna manera el Ayuntamiento de Palma en el nuevo PGOU. Adicionalmente a estos espacios podrían introducirse otras zonas de laminación en espacios no considerados por el Ayuntamiento, pero que podrían ser útiles para laminar y que no distorsionan los planteamientos del PGOU, el lugar ideal para plantear dichas áreas de laminación serían zonas rústicas potencialmente inundables.

En ambos tipos de zonas se introducirían elementos de laminación tradicionales. La balsa ubicada en las proximidades del polígono de Son Castelló podría utilizarse como tanque de tormentas, a fin de disminuir la afluencia de contaminantes al torrente Bàrbara provenientes del polígono de son Castelló.

Por otro lado, en los parques urbanos previstos en el PGOU como de nueva creación, se podrían diseñar estos elementos de manera que permitan su inundación total o parcial en determinados períodos de retorno. Para ello, por ejemplo, podrían diseñarse situándolos a una cota entre la línea de agua para aguas bajas y esa línea de agua para períodos de retorno más elevados. En ese caso, su superficie actuaría como superficie de laminación.

Alternativa 3: Elementos de laminación en entorno urbano y rústico y renaturalización del cauce

Esta alternativa incluiría todos los elementos de laminación de las alternativas 1 y 2. Al contar con mayor volumen de laminación, podría añadirse a esta actuación la

renaturalización del cauce para conseguir que éste tenga una mejor integración en el entorno urbano y así pase de ser un elemento degradado con superficies duras de hormigón a un entorno que permita un mayor disfrute por parte de los ciudadanos de su entorno. No se trata de una medida directa de disminución del riesgo de inundabilidad, pero una mayor valoración del cauce puede redundar en una actitud más positiva hacia el mismo por parte de ciudadanía y poderes públicos, evitando problemas asociados con vertidos, acumulación de elementos flotantes, etc.

2.4 Estudio de afección a masas de agua de la DMA

Las posibles masas de agua que, por motivos de proximidad, podrían verse afectadas por la realización de esta actuación serían:

- Masas de agua subterránea: 1814M2, 1814M3, 1814M4

2.5 Estudio de afección a espacio Red Natura

No se prevé que la actuación afecte a ninguna zona protegida por la Red Natura 2000.

2.6 Análisis coste-beneficio de la medida

En este apartado se ha realizado una valoración de los daños anuales esperados, en situación actual, de acuerdo con la metodología del análisis de coste-beneficio. El Daño Anual Esperado se calcula con la metodología explicada en el Apéndice y no se corresponde con los daños para ningún periodo de retorno en concreto, si no con una ponderación de los daños para diferentes periodos de retorno teniendo en cuenta la probabilidad de superación de los caudales correspondientes. Al ser este valor anual de 123,117,511.31 € y el coste estimado de la actuación de 15,000,000€ se prevé que la medida quedará justificada en un futuro.

Como resumen del análisis de daños, se muestra la siguiente tabla:

Daño anual esperado	123,117,511.31 €
Daño periodo de retorno 10 años	138,941,761.35 €
Daño periodo de retorno 100 años	946,995,521.76 €
Daño periodo de retorno 500 años	1,323,093,145.09 €

Tabla 3. Análisis de daños torrente de Na Bàrbara.

3.2 Necesidad de intervención

Históricamente y tal como se recoge en el documento de *Revisión y actualización de la EPRI de segundo ciclo*, el municipio de Palma ha sufrido 116 inundaciones, desde que se tienen registros, de las cuales 23 han acontecido durante el periodo 2007-2019, mientras que en el municipio de Marratxí se han registrado 26 episodios, de los cuales 17 han ocurrido en el periodo 2007-2019.

Los tramos ARPSI ES110_ARPSI_01302 y ES110_ARPSI_01291 discurren por el término municipal de Palma, y los tramos ES110_ARPSI_01302 y ES110_ARPSI_01301 lo hacen por el término municipal de Marratxí, de modo que el tramo ARPSI correspondiente al Torrent Gros (ES110_ARPSI_01302) actúa, en gran parte, como frontera entre los dos términos municipales.



Figura 16 Puntos de intervención prioritaria

Del análisis del ráster de calados obtenido tras la simulación hidráulica se han obtenido dos puntos clave que serán prioritarios a la hora de actuar. El primero se corresponde con la obra de fábrica ubicada en la carretera de Lluçmajor. También se considera prioritario el acondicionamiento del cauce en el tramo que va desde el cruce con la carretera de Sineu hasta la desembocadura.



Figura 17 Área prioritaria de estudio, cruce con carretera de Lluçmajor

Otro punto que se considera como indispensable a la hora de actuar es la obra de paso ubicada bajo la autovía Ma-13. No solo se establece como prioritario para el torrente Gros (ES110_ARPSI_01302), sino que es decisivo para el torrente de Na Bàrbara (ES110_ARPSI_01291), pues los taludes de la Ma-13 actúan como elementos retenedores de agua que desvían una gran parte del flujo, en dirección a la zona inundable del torrente de Na Bàrbara y dada la topografía de la zona, la Ma-13 hace las funciones de canal.



Figura 18 Área prioritaria de estudio, cruce con Ma-13

De modo que si se actúa en dicha zona, a fin de que MA-13 no funcione como presa, y evitando que el agua desborde y discurra por su margen derecha hacia el torrente Bàrbara, se mejorarán tanto las condiciones de aguas arriba del torrent Gros (ES110_ARPSI_01302), como las condiciones que se dan en la llanura inundable del torrent de Na Bàrbara (ES110_ARPSI_01291).

3.3 Estudio de alternativas

3.3.1 Consideraciones generales

Para establecer las medidas correctoras se ha intentado establecer el siguiente criterio de actuación:

- Evitar desbordamientos de unas cuencas hacia otras
- Laminar en zonas que sean potencialmente inundables en terreno rústico
- Proteger las zonas urbanas
- Aprovechar la laminación natural producida por las avenidas en terreno rústico o espacios libres públicos

Evitar desbordamientos entre cuencas:

Este tipo de medidas responden, como se ha comentado antes, a una necesidad muy específica de las cuencas del torrente Gros y el torrente Bàrbara. En efecto, el desbordamiento del torrente Gros, como antes se ha comentado, implica un trasvase de caudales de avenidas hacia la llanura de inundación del torrente Bàrbara ubicada en zona urbana. Puesto que se trata de una inundación de una zona urbana y en la parte baja de la cuenca, hay que intentar evitar que se produzca ya que, al ubicarse en la parte baja, la laminación producida por la inundación no aporta ningún beneficio y, por otro lado, al tratarse de una zona urbana, el coste de la inundación asociada es muy elevado.

Esta medida se materializa diseñando unas motas o elementos de contención que limitan las zonas inundables. Estas motas se ubican en el límite entre zonas rústicas y zonas urbanas u ocupadas por viviendas o infraestructuras, a fin de proteger esos bienes y permitir la inundación y, por tanto, la laminación, de las zonas en rústico o espacios libres públicos. Estas motas se complementan con encauzamientos de bajo período de retorno, a fin de limitar los daños producidos por la inundación.

Laminar en terreno rústico

Lo primero implica la propuesta de determinadas balsas en zona rústica potencialmente inundables, incluyéndose tanto en el torrente de Coa Negra (ES110_ARPSI_01301) como en el torrente Gros (ES110_ARPSI_01302).

Para hacer un predimensionamiento de esas balsas, se debe estimar previamente la capacidad de desagüe del cauce. Así, el caudal que deberían regular las zonas de laminación sería el caudal de avenida de 500 años de período de retorno menos el caudal de avenida desaguado. Esa diferencia de caudal, supuesto constante durante el

tiempo de concentración para que quede del lado de la seguridad, sería el volumen a contener con medidas de laminación. El diseño de detalle de los elementos de laminación deberá centrarse en que éstos entren en acción en el momento en que el caudal se acerque más al caudal punta.

Se deberá buscar ubicaciones en terreno rústico que no incluyan viviendas u otras infraestructuras; que no contengan, a ser posible, cultivos valiosos y que no ocupen terrenos con una pendiente excesiva y así mismo se priorizarán aquellas que se localicen preferiblemente en llanuras geomorfológicas de inundación. Las balsas se materializarían con la excavación del calado necesario para incrementar en ellas el volumen que ya se lamina por inundación superficial. Se ha estimado un calado de laminación medio de entre 1,5 y 3 m. No se ha considerado un calado mayor, a fin de disminuir el impacto paisajístico de estas balsas.

Por otro lado, estas balsas se deberían diseñar de modo que combinaran su función con un posible aprovechamiento lúdico y potenciando la introducción de espacios de borde fluvial, facilitando, por ejemplo, condiciones adecuadas para el desarrollo de bosques de ribera.

Proteger zonas urbanas

El elevado coste de la inundación en zonas urbanas obliga a tomar medidas que limiten esa inundación. En nuestro caso, este objetivo se consigue usando diferentes herramientas:

- El diseño de zonas de laminación en terreno rústico priorizando zonas potencialmente inundables, ya comentado
- La ubicación de motas o elementos de contención que limitan las zonas inundables. Estas motas se ubican en el límite entre zonas rústicas y zonas urbanas u ocupadas por viviendas o infraestructuras, a fin de proteger esos bienes y permitir la inundación y, por tanto, la laminación, de las zonas en rústico o espacios libres públicos. Es decir, las motas contendrían la inundación en el lado del terreno rústico o espacios libres públicos, y evitarían que esta inundación pasase a terrenos urbanos. Estas motas se complementan con encauzamientos de bajo período de retorno, a fin de limitar los daños producidos por la inundación en zonas rústicas o espacios libres públicos. Esos encauzamientos se deben prever de tal manera que no se agraven los daños producidos por la inundación. Se trata de motas con una altura de entre 1 y 2 m. Pueden estar vegetadas, se pueden construir zonas peatonales en su superficie y su coste es reducido. Como se ha comentado previamente, se priorizarán las zonas de laminación ubicadas en áreas potencialmente inundables.

Aprovechar la laminación natural producida por las avenidas en terreno rústico o espacios libres públicos

Este es un efecto de las motas comentadas en el párrafo anterior. Al colocar elementos que evitan la inundación sólo en el lado que interesa proteger (lado urbano) y permitir que se inunde el resto, se está favoreciendo la laminación producida por la inundación, pero se protege la zona urbana. Es decir que se protege la zona urbana y se opta

también la laminación, de forma prioritaria se ubicarán los elementos de laminación en aquellas áreas delimitadas como llanuras geomorfológicas de inundación. Por el contrario, si se optara por un encauzamiento, se protegería la zona urbana y se elimina la posibilidad de laminar, incrementándose así el caudal punta.

Renaturalizar cauces públicos cuando esto sea posible

Esta línea de actuación no es en si misma una medida de disminución del riesgo de inundación, sino más bien una consecuencia de esas actuaciones. Se trata de aprovechar que determinadas medidas disminuyen el caudal punta en el cauce existente. Esa disminución de caudal punta permite transformar un cauce realizado hace tiempo con hormigón, a fin de aprovechar al máximo el espacio para conducir caudal en un cauce más naturalizado, con mayor rugosidad, permitida por esa disminución de caudal punta.

Las herramientas se ubicarán en puntos de la red hidrográfica en función de las necesidades detectadas y de las características geomorfológicas y urbanísticas de los cauces, priorizando siempre aquellas inversiones que se desarrollen en zonas potencialmente inundables.

3.3.2 Alternativas

El torrente Gros es uno de los torrentes de mayor cuenca de Baleares. Los caudales, por tanto, son mucho mayores que en el caso del torrente Bárbara y las medidas a considerar, en consecuencia, son también de mayor volumen.



Figura 19 Cuenca del Torrent Gros

Como ya se ha comentado en el apartado de medidas del torrente Bárbara, en el cruce del torrente Gros con la Ma-13 (ver *Figura 9*) se produce un desbordamiento que provoca la circulación de un caudal considerable por la zona urbana del torrente Bàrbara. Es importante evitar dicho desbordamiento

Se han seguido las mismas consideraciones generales. En este caso adquiere más importancia la opción de proteger zonas urbanas sin encauzar, sino construyendo motas de protección que sólo impidan la inundación en la margen urbana y permitan la inundación (y, por tanto, la laminación) en la margen rústica o ELP.

Esas motas, como en el caso anterior, irían acompañadas de encauzamientos de diferentes periodos de retorno diseñados para no agravar los efectos de la inundación en las zonas inundables.

Otra medida adicional es la mejora de obras de fábrica. Algunas de ellas ya han sido remodeladas, pero otras necesitan redimensionarse para evitar que causen desbordamientos.

Merece especial consideración la desembocadura. En general, la capacidad de desagüe en las desembocaduras es el recurso escaso en muchos cauces de nuestra cuenca mediterránea y potenciarlas es imprescindible en casos como este. En particular, el Ayuntamiento está trabajando actualmente en la redacción de un proyecto para la zona de desembocadura del torrent Gros.

Se ha valorado también la inclusión de balsas de laminación en zona rústica, priorizando las zonas potencialmente inundables, como medida que, con un coste relativamente reducido, puede disminuir la inversión a realizar en zonas urbanas. Como en el caso anterior, estas zonas de laminación se ubicarían en zonas con el mínimo valor posible (ambiental y socioeconómico) y se diseñarían de modo que combinaran su función con un posible aprovechamiento lúdico y potenciando la introducción de espacios de borde fluvial.

Se introducirán medidas de laminación en uno de los afluentes del torrente Gros, el torrente de Coa Negra (ES110_ARPSI_01301), ya que, aunque no forma parte del ARPSI del torrente Gros (ES110_ARPSI_01302), obviamente aporta un caudal considerable a zona inundable de éste y además atraviesa zonas urbanas. Esas balsas diseñarán con los mismos criterios ya mencionados y se ubicarán en zonas altamente inundables, de tal forma que puedan ayudar a prevenir desbordamiento en zonas urbanas en las que se han detectado problemas de inundabilidad.

avenidas con un diseño que permita retrasar la entrada en funcionamiento de la laminación.

Se pretenderá alcanzar una superficie de laminación de alrededor de 3.000.000 de m² que, con un calado variable de entre 2 y 3 m podrían ser suficientes para limitar las necesidades de encauzamiento del torrente Gros.

Alternativa 2: Motas, encauzamientos y superficies de laminación en zona urbana.

Las motas o elementos de contención que limitan las zonas inundables se ubicarían en el límite entre zonas rústicas o ELPs (es decir, zonas cuya inundación o provoca daños mucho más reducidos que en zonas urbanas) y zonas urbanas u ocupadas por viviendas o infraestructuras, a fin de proteger esos bienes y permitir la inundación y, por tanto, la laminación, de las zonas en rústico o espacios libres públicos. Es decir, las motas contendrían la inundación en el lado del terreno rústico o espacios libres públicos, y evitarían que esta inundación pasase a terrenos urbanos. Estas motas se complementan con encauzamientos de bajo período de retorno, a fin de limitar los daños producidos por la inundación en zonas rústicas o espacios libres públicos. Esos encauzamientos se prevén de tal forma que no agraven los daños en las zonas inundables existentes. Se trata de motas con una altura de entre 1 y 2 m. Pueden estar vegetadas, se pueden construir zonas peatonales en su superficie y su coste es reducido.

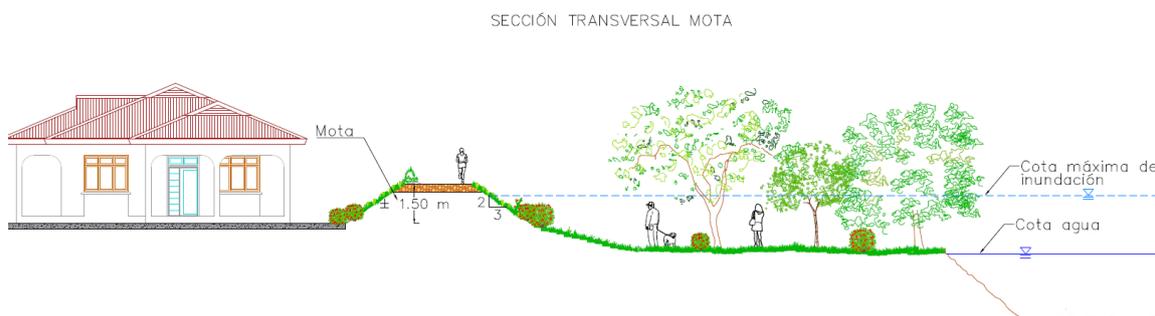


Figura 21 Sección transversal de una mota

Los encauzamientos, puesto que se contemplan junto con otras medidas, se pueden diseñar, en general, para períodos de retorno más reducidos excepto en tramos como la desembocadura, en donde se debe apostar por una mayor capacidad de evacuación. Siempre que se prevea la construcción de una mota, se prevé también la construcción de un encauzamiento, a fin de limitar el incremento de inundación producido por la mota en rústico/ELP. Para la ubicación de espacios de laminación se han tenido en cuenta las previsiones del Ayuntamiento de Palma y se han añadido algunas zonas adicionales. Los ELPs ubicados en ribera se deberían diseñar de modo que sus superficies colaboran en la laminación de avenidas, cuando se trate de ELPs de nueva construcción.

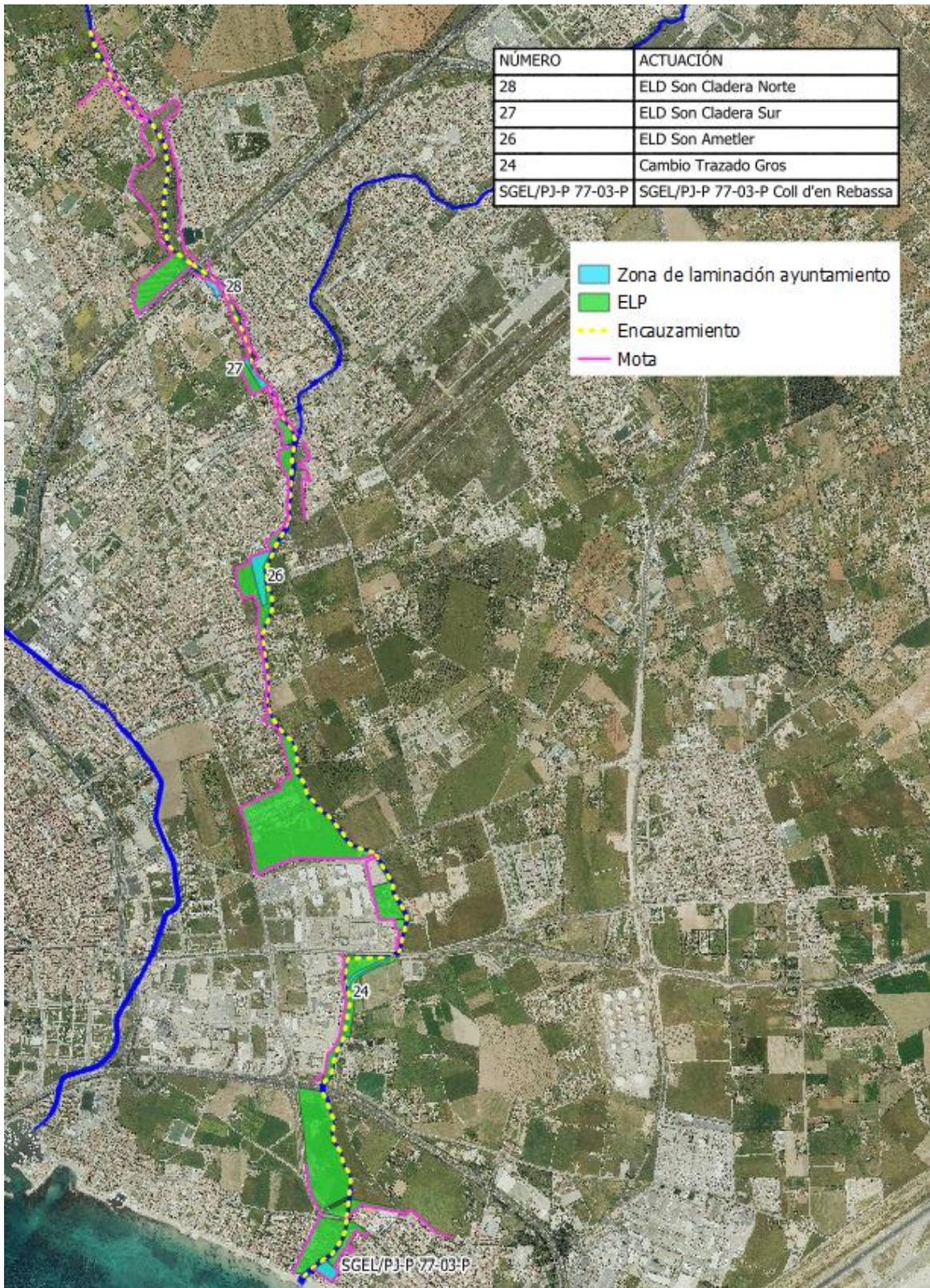


Figura 22 Actuaciones previstas en la alternativa 2



Figura 23 Detalle de las actuaciones previstas en la alternativa 2

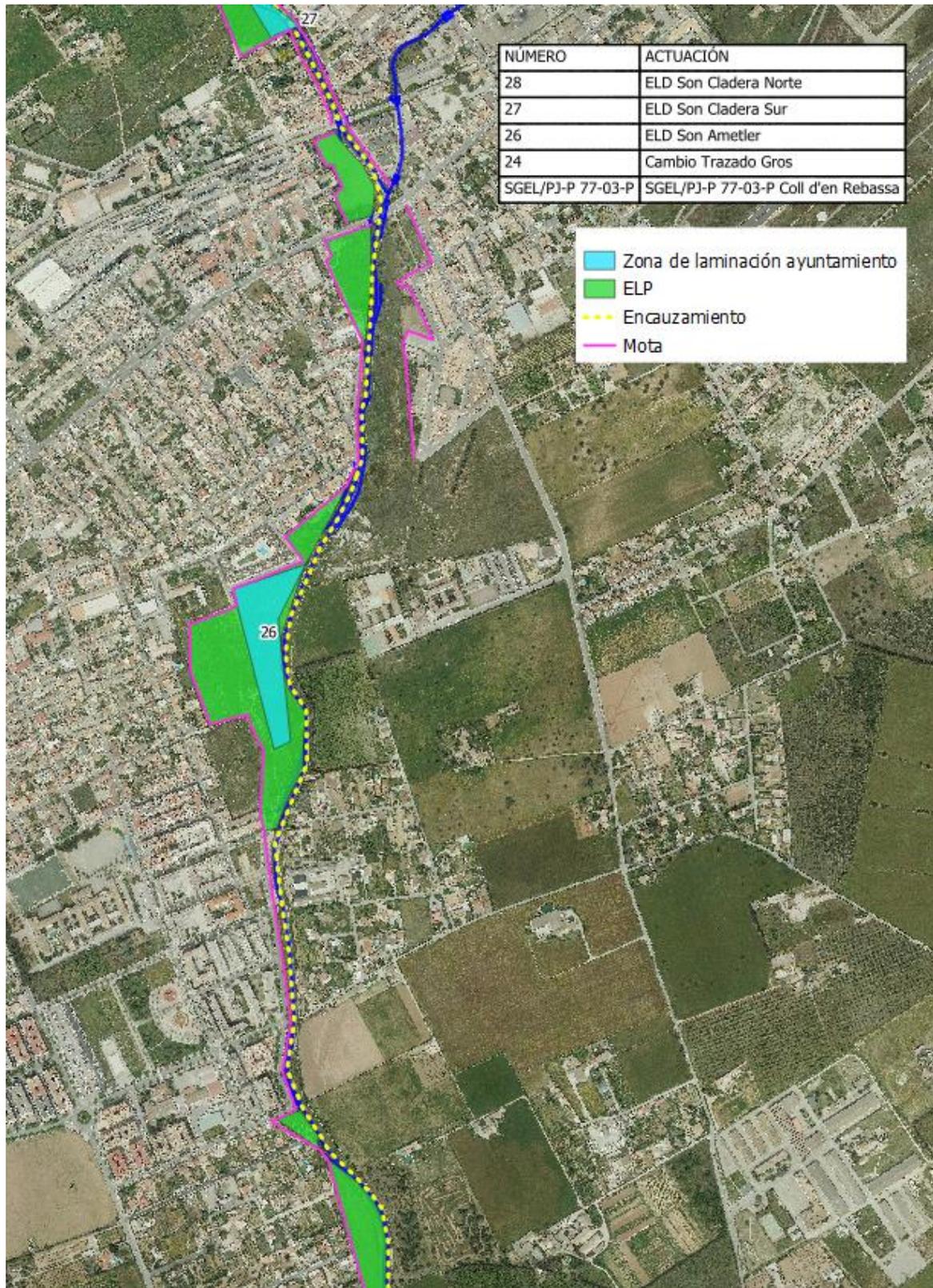


Figura 24 Detalle de las actuaciones previstas en la alternativa 2

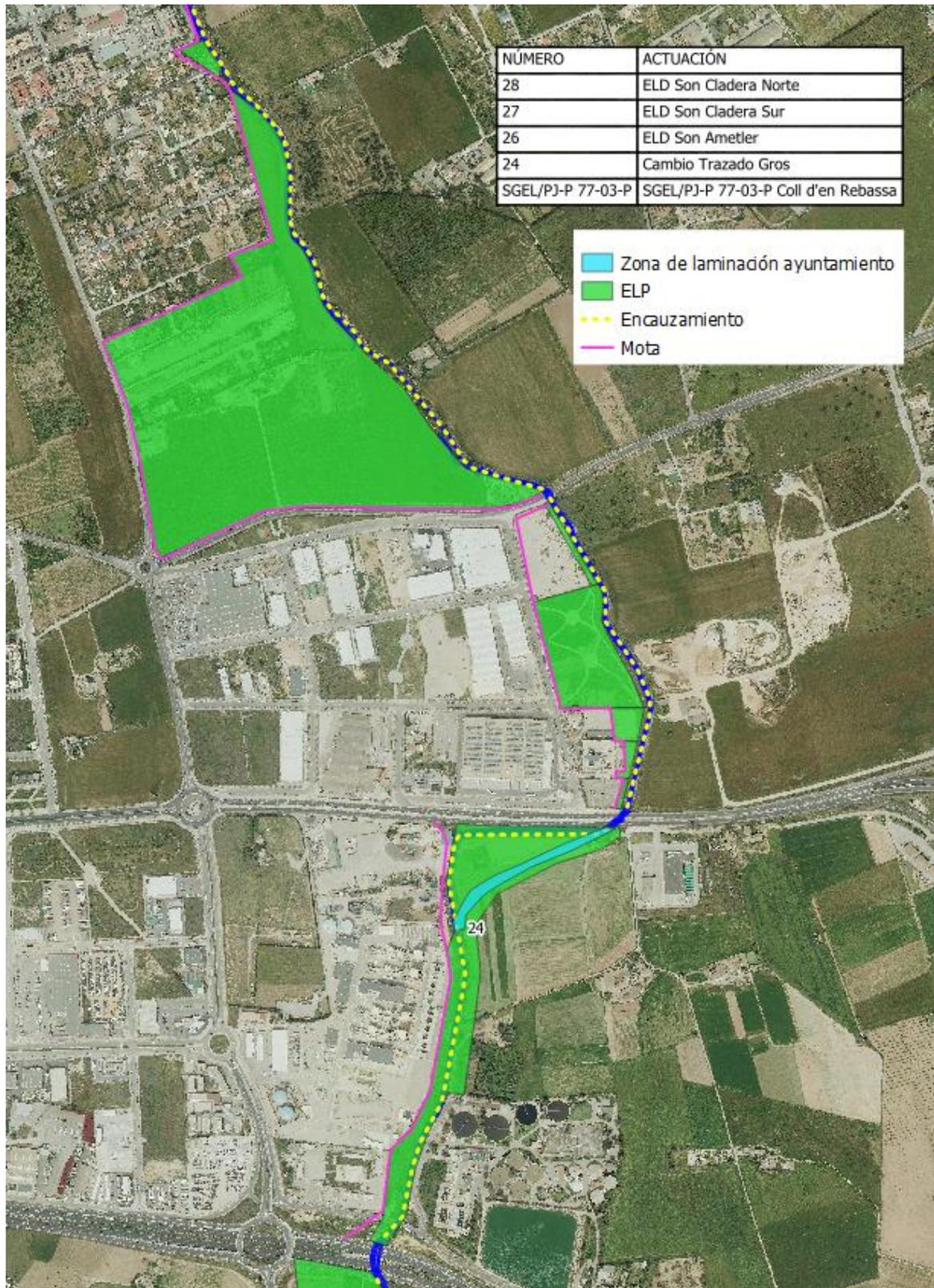


Figura 25 Detalle de las actuaciones previstas en la alternativa 2

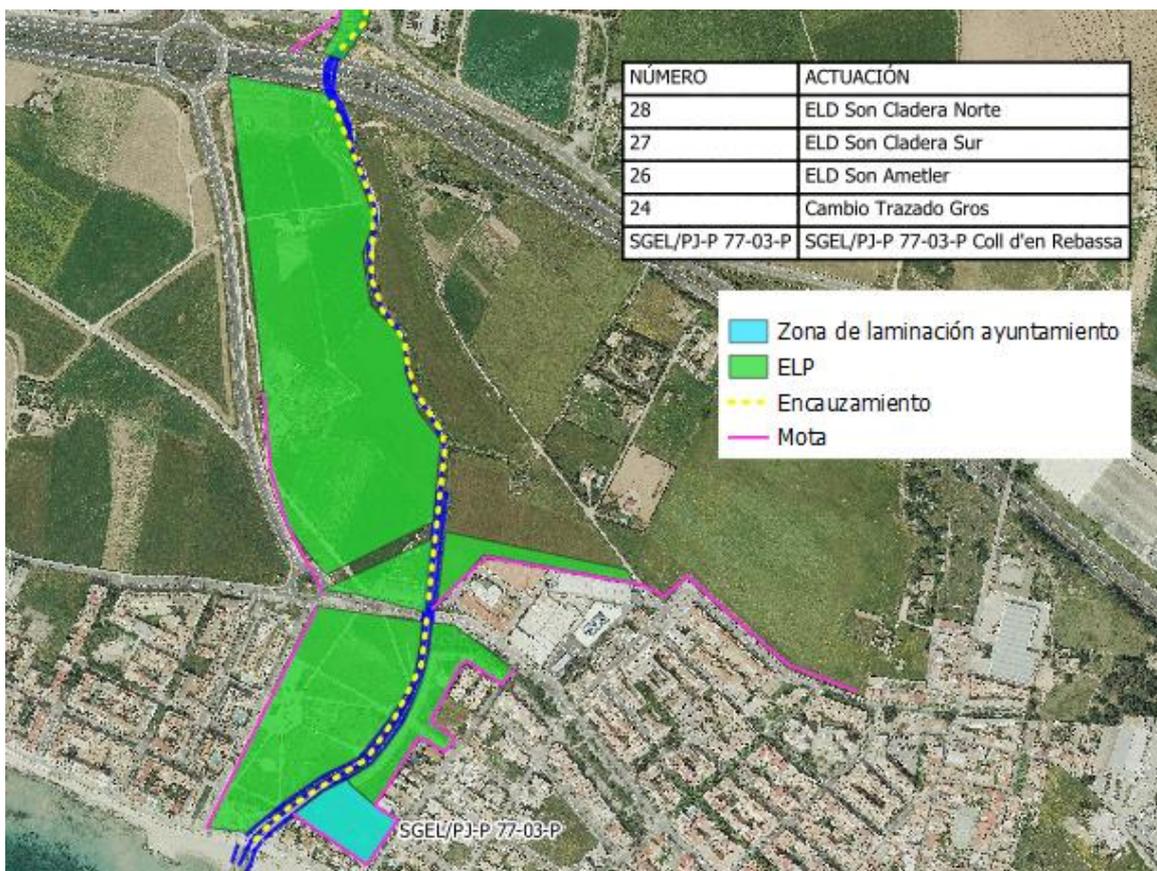


Figura 26 Detalle de las actuaciones previstas en la alternativa 2

En estas imágenes se han dibujado en turquesa aquellos espacios que ya ha previsto de alguna manera el Ayuntamiento de Palma en el nuevo PGOU. A estos espacios se le podrían añadir otras zonas de laminación que ocuparían espacios no considerados por el Ayuntamiento, pero que podrían ser útiles para laminar y que no distorsionan los planteamientos del PGOU, los cuales, se deberán ubicar principalmente en zonas potencialmente inundables. En particular, la zona de laminación 24, ubicada en las proximidades de la depuradora, puede ser utilizada como un elemento de ayuda a la gestión de aguas de lluvia, aguas depuradas o aguas regeneradas por parte de EMAYA, titular de las instalaciones depuración de las proximidades y que también ha construido en la zona un importante tanque de tormenta.

Por otro lado, en los parques urbanos previstos en el PGOU como de nueva creación (que aparecen en color verde en las figuras) se podrían diseñar estos elementos de manera que permitan su inundación total o parcial en determinados períodos de retorno. Para ello, por ejemplo, podrían diseñarse situándolos a una cota entre la línea de agua para aguas bajas y esa línea de agua para períodos de retorno más elevados. En ese caso, su superficie actuaría como superficie de laminación.

Alternativa 3: Elementos de laminación en entorno urbano y rústico y tramos de encauzamiento del cauce

Esta alternativa incluiría todos los elementos de laminación de las alternativas 1 y 2. Al contar con mayor volumen de laminación, podrían diseñarse los tramos de encauzamiento con criterios de mayor integración en la zona urbana para conseguir que

el cauce tenga una mejor integración en el entorno urbano y así pase de ser un elemento degradado con superficies duras de hormigón a un entorno que permita un mayor disfrute por parte de los ciudadanos de su entorno. No se trata de una medida directa de disminución del riesgo de inundabilidad, pero una mayor valoración del cauce puede redundar en una actitud más positiva hacia el mismo por parte de ciudadanía y poderes públicos, evitando problemas asociados con vertidos, acumulación de elementos flotantes, etc.

3.4 Estudio de afección a masas de agua de la DMA

Las posibles masas de agua que, por motivos de proximidad, podrían verse afectadas por la realización de esta actuación serían:

- Masas de agua subterránea: 1814M2, 1814M3, 1814M4

3.5 Estudio de afección a espacios Red Natura

No se prevé que la actuación afecte a ninguna zona protegida por la Red Natura 2000.

3.6 Análisis coste-beneficio de la medida

En este apartado se ha realizado una valoración de los daños anuales esperados, en situación actual, de acuerdo con la metodología del análisis de coste-beneficio. El Daño Anual Esperado se calcula con la metodología explicada en el Apéndice y no se corresponde con los daños para ningún periodo de retorno en concreto si no con una ponderación de los daños para diferentes periodos de retorno teniendo en cuenta la probabilidad de superación de los caudales correspondientes. Al ser este valor anual de 42,862,367.62 € y el coste estimado de la actuación de 50,000,000€ se prevé que la medida quedará justificada cuando se concluya el análisis de coste-beneficio. La aceptación de la medida queda condicionada a esta justificación

Como resumen del análisis de daños, se muestra la siguiente tabla:

Daño anual esperado	42,862,367.62 €
Daño periodo de retorno 10 años	3,917,876.13 €
Daño periodo de retorno 100 años	720,679,250.53 €
Daño periodo de retorno 500 años	934,955,943.91 €

Tabla 4. Análisis de daños torrente Gros.

APÉNDICE 1: ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO DE LAS ACTUACIONES ESTRUCTURALES PROPUESTAS EN EL PGRI

MAYO 2022

Índice

1	INTRODUCCIÓN	1
2	METODOLOGÍA ANÁLISIS COSTE- BENEFICIO	2
3	CALCULO DE DAÑOS	3
3.1	Teoría del cálculo de daños	3
3.2	Precios de actividades económicas	4
3.3	Información de partida	7
3.4	Daños asociados al Torrent de Ses Planes	7
3.5	Daños asociados al Torrent Gros	10
3.6	Daños asociados al Torrent de Na Bàrbara	14

1 INTRODUCCIÓN

El objeto del presente documento es la descripción de la metodología empleada para la realización de los análisis de coste-beneficio y la evaluación de cada una de las actuaciones estructurales descritas en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI) de segundo ciclo.

Las siguientes guías se han considerado como documentación de referencia para la elaboración de los análisis:

- Propuesta de Mínimos para la Realización de los Mapas de Riesgo de Inundación. Directiva de Inundaciones – 2do Ciclo;
- Guía para la Reducción de la Vulnerabilidad de los Edificios Frente a las Inundaciones.
- Nota de Servicio 3/2014 sobre prescripciones y recomendaciones técnicas relativas a los contenidos mínimos a incluir en los estudios de rentabilidad de los estudios informativos o anteproyectos de la Subdirección General de Estudios y Proyectos.

Puesto que el estudio de alternativas se encuentra aún en fase de desarrollo, todavía no es posible ofrecer el análisis coste-beneficio al completo. De modo que este documento contiene la valoración de los daños para diferentes periodos de retorno estudiados, así como una valoración de los daños anuales esperados para las diferentes actuaciones.

2 METODOLOGÍA ANÁLISIS COSTE- BENEFICIO

La finalidad principal de esa metodología es la comparación de los costes previstos asociados a la ejecución de uno o varios proyectos con los beneficios esperados tras la realización de estos proyectos.

Para el caso concreto que se está evaluando en este apéndice, el procedimiento se centra en confrontar, para cada evento inundable, los daños producidos en el momento actual, con los daños que se producirían teniendo en cuenta las actuaciones estructurales. El criterio que se evaluará será de tipo económico, pues se valorarán las actuaciones en función de su rentabilidad económica.

Los daños producidos se cuantificarán a través de una estimación económica, en primer lugar, para la situación actual y en segundo lugar para las diferentes alternativas a considerar en el estudio.

Por lo que el beneficio obtenido, se entenderá como el valor monetario de los daños que se han dejado de producir, evaluado como la diferencia de la estimación económica actual y futura, considerando también, los costes asociados a la ejecución de la actuación proyectada.

Los beneficios y costes que en este documento se evalúan son únicamente directos y tangibles, causados por la acción directa del agua y que puedan ser cuantificados económicamente, no teniéndose en cuenta aquellos costes indirectos o intangibles.

Para cada una de las actuaciones se estimará un periodo de análisis a la hora de calcular el estudio de rentabilidad de los proyectos, que dependerá de la envergadura de las obras a realizar.

3 CALCULO DE DAÑOS

3.1 Teoría del cálculo de daños

Para cuantificar los daños producidos por eventos inundables se suele utilizar el Daño Anual Esperado (DAE), que se calcula en base a la probabilidad de ocurrencia de los diferentes periodos estudiados, junto con las pérdidas económicas asociadas a cada periodo de retorno; es decir se tienen en cuenta todos los daños que pueden producirse en un año, teniendo en cuenta probabilidades de ocurrencia desde el 0% al 100%.

De esta forma se establece una relación entre la probabilidad de ocurrencia de un evento inundable con los daños causados por dicho evento.

Para calcular el Daño Anual Esperado será necesario graficar una función que relaciona los daños y las probabilidades para todos los periodos de retorno estudiados, en el caso de este estudio se evaluarán los periodos de retorno de 10,100 y 500 años.

El resultado del DAE se obtiene bajo el área que queda bajo la curva de la función anterior, representando la suma de los posibles daños ponderados por la probabilidad de ocurrencia, que es inversamente proporcional al periodo de retorno.

El valor numérico del DAE se obtiene como la suma de los trapecios de base diferencia de probabilidades y altura media de los daños asociados a cada una de las probabilidades.

También se ha asumido que el máximo de daños se alcanza para un periodo de retorno de 500 años y que para un periodo de retorno de un año no existen daños.

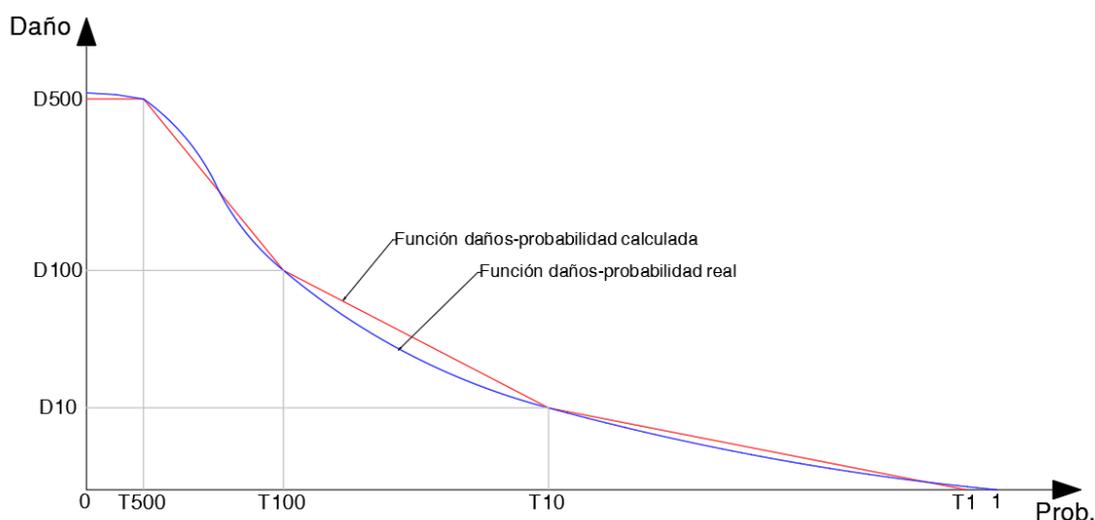


Figura 1. Curva esquemática daños – probabilidad.

La fórmula de cálculo de daños anuales se obtiene a través de la siguiente formulación:

$$DAE = (D_{500} \cdot T_{500}) + \left[\left(\frac{D_{500} + D_{100}}{2} \right) \cdot (T_{100} - T_{500}) \right] + \left[\left(\frac{D_{100} + D_{10}}{2} \right) \cdot (T_{10} - T_{100}) \right] + \left[\left(\frac{D_{10}}{2} \right) \cdot (T_1 - T_{10}) \right]$$

Siendo:

DAE: daño anual total esperado, expresado en euros.

D10, D100, D500: daños asociados a los periodos de retorno de 10,100 y 500 respectivamente, expresado en euros.

T1, T10, T100, T500: probabilidades de ocurrencia de los periodos de retorno de 1, 10,100 y 500 respectivamente, expresado en euros.

3.2 Precios de actividades económicas

Cada tipo de actividad económica afectada por la inundación tiene asociado un valor en €/m².

Los precios empleados toman como referencia aquellos propuestos en la Propuesta de Mínimos para la realización de los Mapas de Riesgo de Inundación y han sido particularizados para cada uno de los casos de estudio.

El valor del riesgo por uso del suelo de la Propuesta de Mínimos para la realización de los Mapas de Riesgo de Inundación se muestra a continuación:

USO DEL SUELO	VALOR DEL RIESGO (€/m ²)
Urbano concentrado	
Edificación asociada a urbano concentrado (sin desagregar edificaciones)	350
Edificación asociada a urbano concentrado (edificaciones desagregadas)	400
Urbano disperso	
Edificación asociada a urbano disperso (sin desagregar edificaciones)	170
Edificación asociada a urbano disperso (edificaciones desagregadas)	260
Asociado a urbano	150
Infraestructura social	200
Terciario	380
Industrial concentrado	
Industrial concentrado (sin desagregar edificaciones)	450
Industrial concentrado (edificaciones desagregadas)	380
Industrial disperso	
Industrial disperso (sin desagregar edificaciones)	170
Industrial disperso (edificaciones desagregadas)	380
Agrícola-secano	1
Agrícola-regadío	5
Otros usos rurales	0,5
Forestal	0
Infraestructuras: carreteras	250
Infraestructuras: ferrocarriles	350
Infraestructuras: puertos y aeropuertos	450
Infraestructuras: energía	500
Infraestructuras: comunicaciones	500
Infraestructuras: hidráulico-sanitarias	500
Infraestructuras. Residuos	150
Masas de agua	0
Otras áreas sin riesgo	0

Tabla 1. Riesgo por uso del suelo fuente: Propuesta de Mínimos para la realización de los Mapas de Riesgo de Inundación.

Mientras que para el torrente de Ses Planes se tienen los siguientes valores:

USO DEL SUELO	VALOR DEL RIESGO SANT LLORENÇ (€/m²)
Urbano concentrado	
Edificación asociada a urbano concentrado (sin desagregar edificaciones)	420
Edificación asociada a urbano concentrado (edificaciones desagregadas)	480
Urbano disperso	
Edificación asociada a urbano disperso (sin desagregar edificaciones)	230
Edificación asociada a urbano disperso (edificaciones desagregadas)	340
Asociado a urbano	180
Infraestructura social	240
Terciario	460
Industrial concentrado	
Industrial concentrado (sin desagregar edificaciones)	500
Industrial concentrado (edificaciones desagregadas)	420
Industrial disperso	
Industrial disperso (sin desagregar edificaciones)	190
Industrial disperso (edificaciones desagregadas)	420
Agrícola-secano	1.5
Agrícola-regadío	7.5
Otros usos rurales	0.75
Forestal	0
Infraestructuras: carreteras	300
Infraestructuras: ferrocarriles	420
Infraestructuras: puertos y aeropuertos	540
Infraestructuras: energía	600
Infraestructuras: comunicaciones	600
Infraestructuras: hidráulico-sanitarias	600
Infraestructuras. Residuos	180
Masas de agua	0
Otras áreas sin riesgo	0

Tabla 2. Riesgo por uso del suelo fuente particularizado para la zona de Ses Planes.

Por último, para la evaluación de daños en el torrent Gros y en el torrent de Na Bàrbara, se han empleado los siguientes valores:

USO DEL SUELO	VALOR DEL RIESGO GROS Y BÀRBARA (€/m²)
Urbano concentrado	
Edificación asociada a urbano concentrado (sin desagregar edificaciones)	530
Edificación asociada a urbano concentrado (edificaciones desagregadas)	600
Urbano disperso	
Edificación asociada a urbano disperso (sin desagregar edificaciones)	240
Edificación asociada a urbano disperso (edificaciones desagregadas)	370
Asociado a urbano	210
Infraestructura social	280
Terciario	570
Industrial concentrado	
Industrial concentrado (sin desagregar edificaciones)	590
Industrial concentrado (edificaciones desagregadas)	500
Industrial disperso	
Industrial disperso (sin desagregar edificaciones)	230
Industrial disperso (edificaciones desagregadas)	500
Agrícola-secano	1.3
Agrícola-regadío	6.5
Otros usos rurales	0.65
Forestal	0
Infraestructuras: carreteras	330
Infraestructuras: ferrocarriles	460
Infraestructuras: puertos y aeropuertos	590
Infraestructuras: energía	650
Infraestructuras: comunicaciones	650
Infraestructuras: hidráulico-sanitarias	650
Infraestructuras. Residuos	200
Masas de agua	0
Otras áreas sin riesgo	0

Tabla 3. Riesgo por uso del suelo fuente particularizado para la zona de torrent Gros y en el torrent de Na Bàrbara.

En la realidad los valores de los daños son proporcionales a las variables hidráulicas, tales como calados o velocidad de corriente. En este análisis se ha considerado que los daños generados están condicionados por los resultados de los calados obtenidos en las simulaciones hidráulicas.

Los daños resultantes, serán mayores o menores dependiendo del calado que presenten los diferentes usos del suelo. Para ello se ha establecido una serie de calados reductores que tendrán en cuenta este fenómeno, los cuales se muestran a continuación:

Calado (m)	Coefficiente
0.0 – 0.3	0.20
0.3 – 0.7	0.60
0.7 – 2.0	0.90
>2.0	1.00

Tabla 4. Relación de coeficientes de daños y calado.

Puesto que hay usos del suelo que se ven afectados de igual manera independientemente del calado, el coeficiente reductor asociado a estos usos seguirá siendo la unidad independientemente del calado obtenido tras la simulación hidráulica.

Por lo tanto, los coeficientes solo se aplicarán a los siguientes usos:

- Urbano concentrado;
- Urbano disperso;
- Asociado a urbano;
- Infraestructura social;
- Terciario;
- Industrial concentrado;
- Industrial disperso.

3.3 Información de partida

La información de partida empleada en el análisis de daños ha sido la siguiente:

- Ráster de calados para cada uno de los periodos de retorno estudiados obtenido tras una modelización hidráulica.
- Capa vectorial de los usos del suelo, en este caso se emplearán los datos procedentes del SIOSE más actualizados, del año 2014.

3.4 Daños asociados al Torrent de Ses Planes

Cabe destacar que los resultados de los daños que en este documento se exponen hacen referencia exclusivamente a los daños calculados en la situación actual.

Las llanuras inundables para periodos de retorno de 10,100 y 500 años se muestran en la Figura 2.

Por su parte, en la Figura 3, Figura 4 y Figura 5 quedan reflejados los daños calculados para 10, 100 y 500 años de periodo de retorno, en la situación actual, en el entorno de estudio de este análisis.

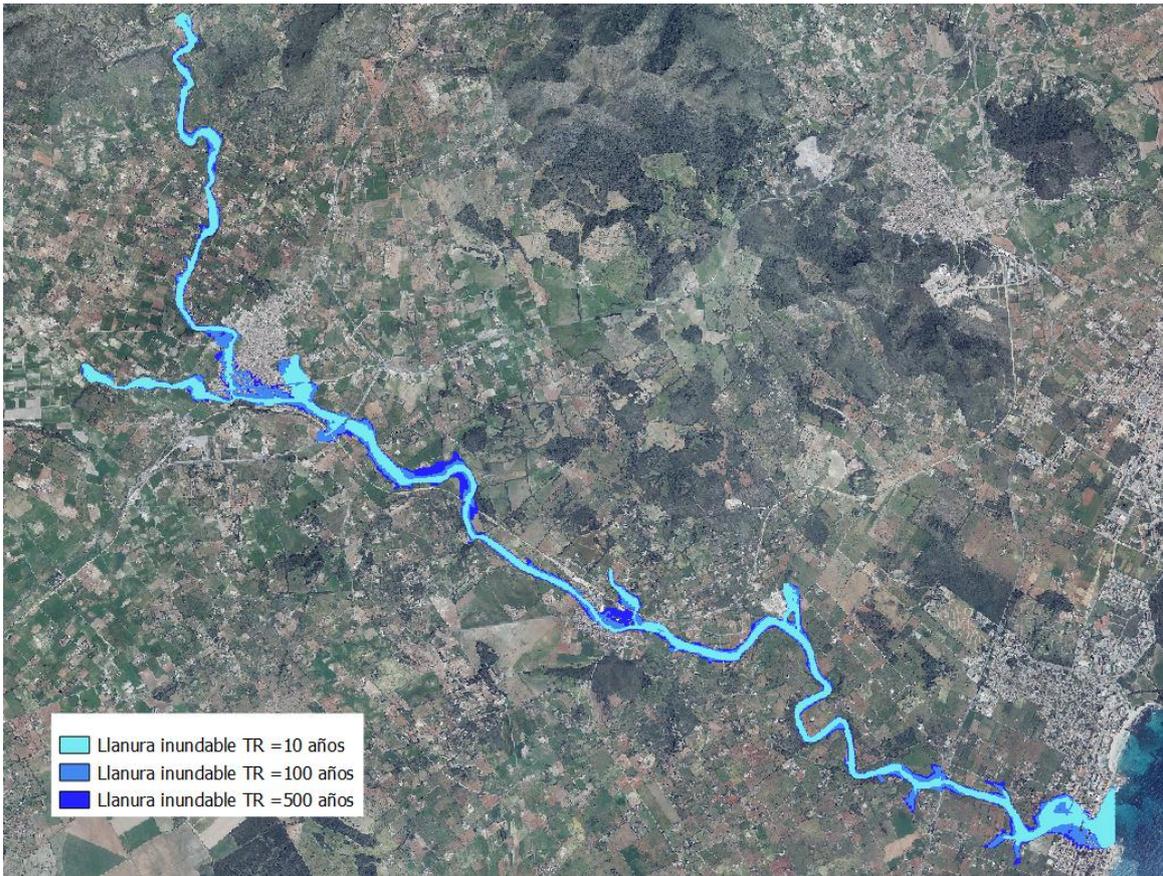


Figura 2. Llanuras inundables para periodos de retorno de 10,100 y 500 en Ses Planes.

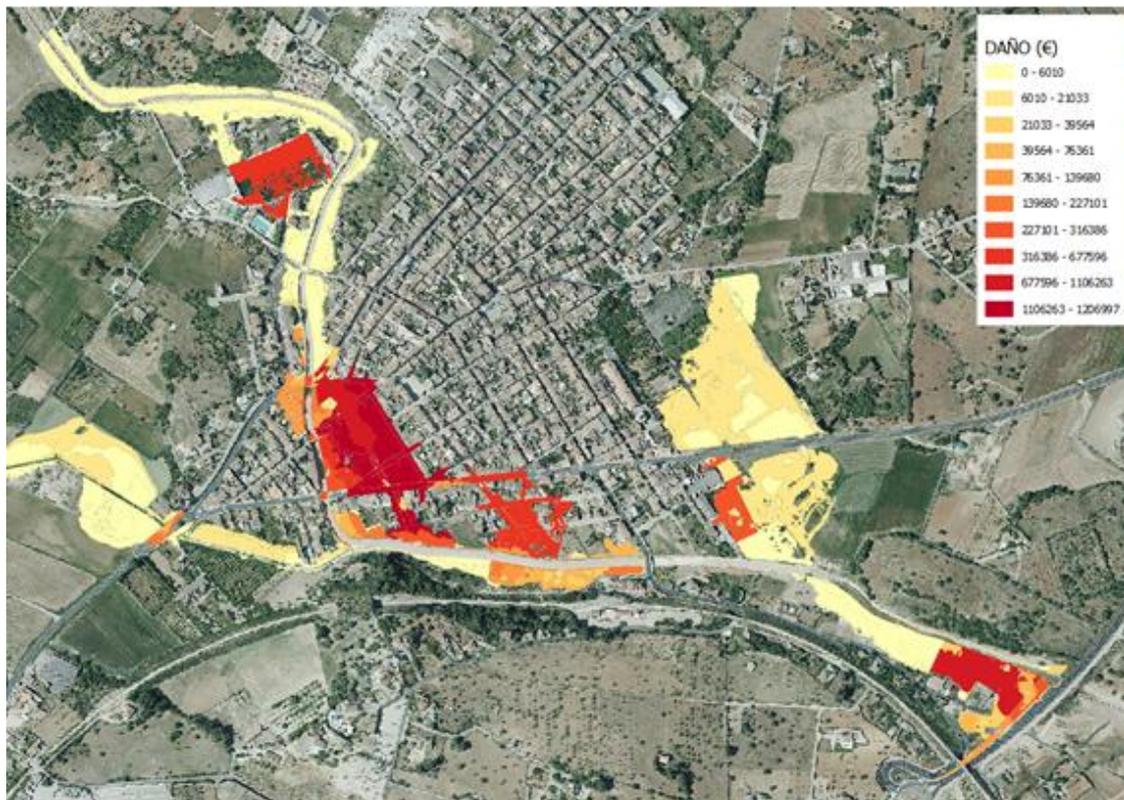


Figura 3 Daños asociados a un periodo de retorno de 10 años en Sant Llorenç

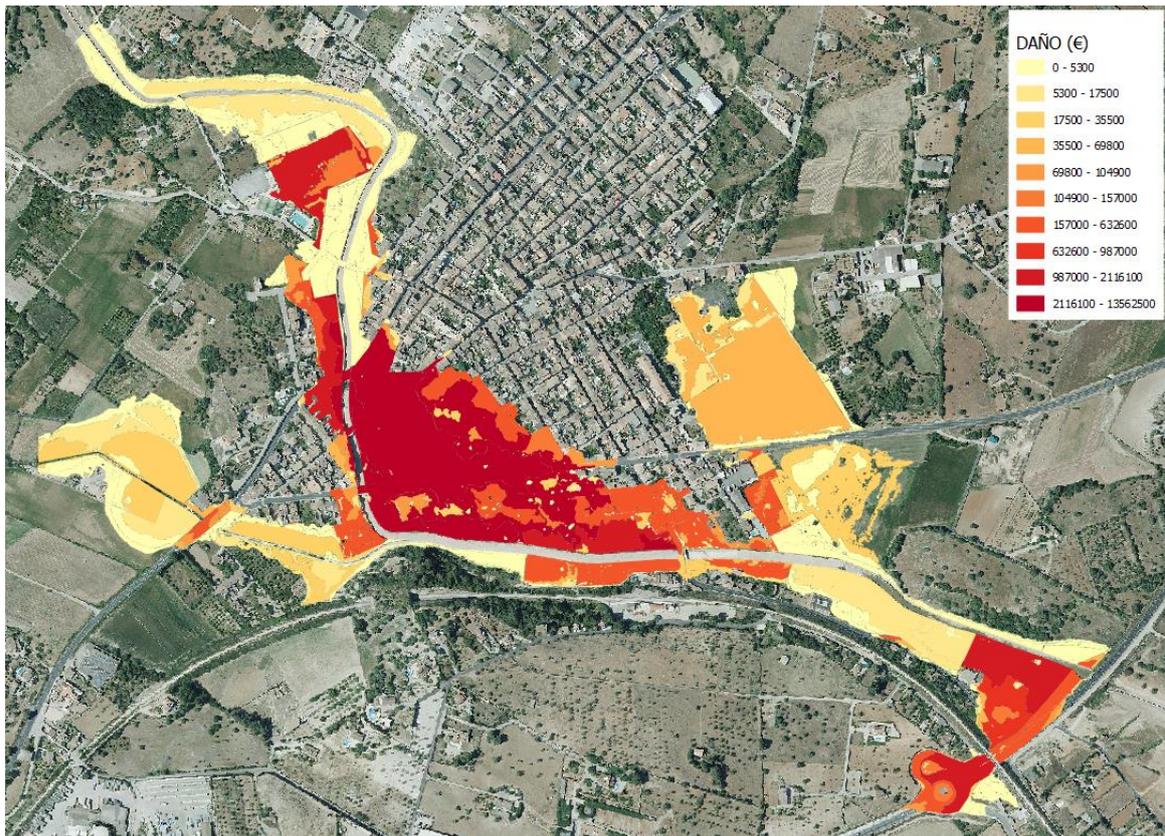


Figura 4 Daños asociados a un periodo de retorno de 100 años en Sant Llorenç

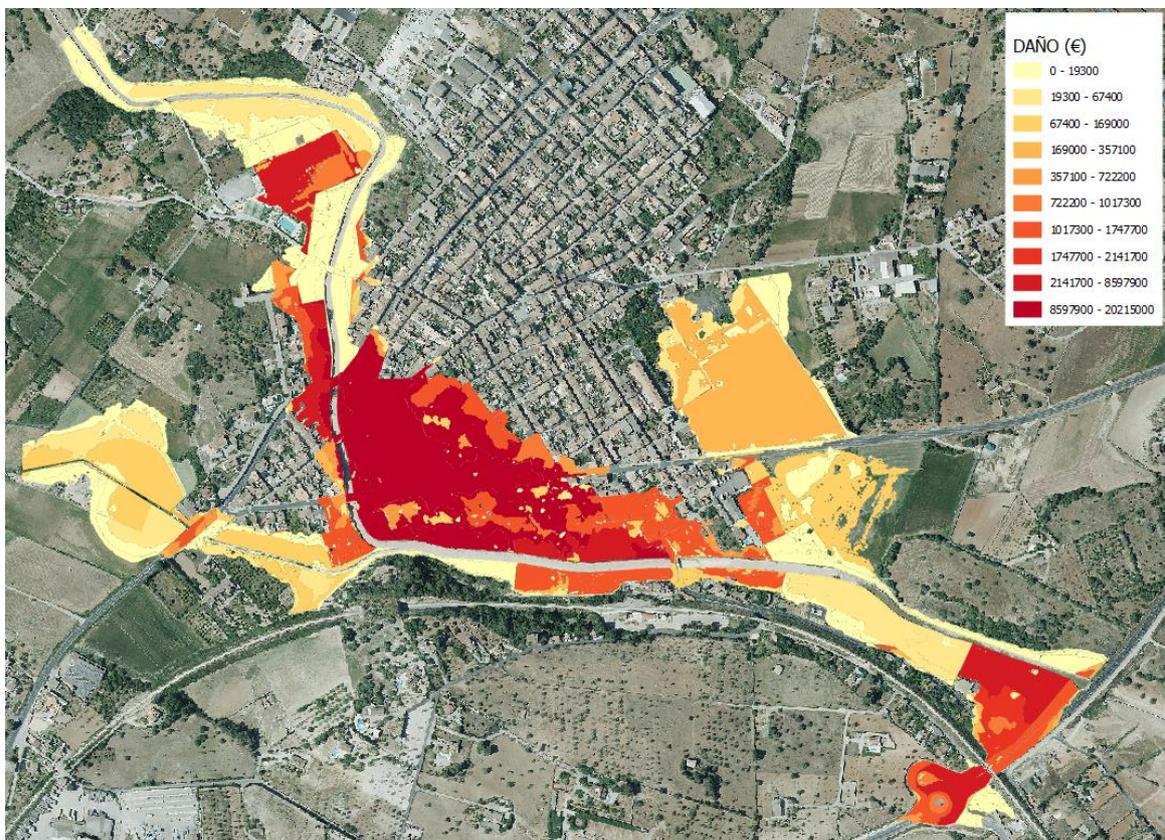


Figura 5 Daños asociados a un periodo de retorno de 500 años en Sant Llorenç

El análisis de daños de la situación actual, se muestra la siguiente tabla:

Daño anual esperado	7,611,382.02 €
Daño periodo de retorno 10 años	10,505,136.16 €
Daño periodo de retorno 100 años	42,131,058.66 €
Daño periodo de retorno 500 años	57,819,623.75 €

Tabla 5. Análisis de daños.

3.5 Daños asociados al Torrent Gros

Las llanuras inundables del torrente Gros para periodos de retorno de 10,100 y 500 años se muestran a en la Figura 6.

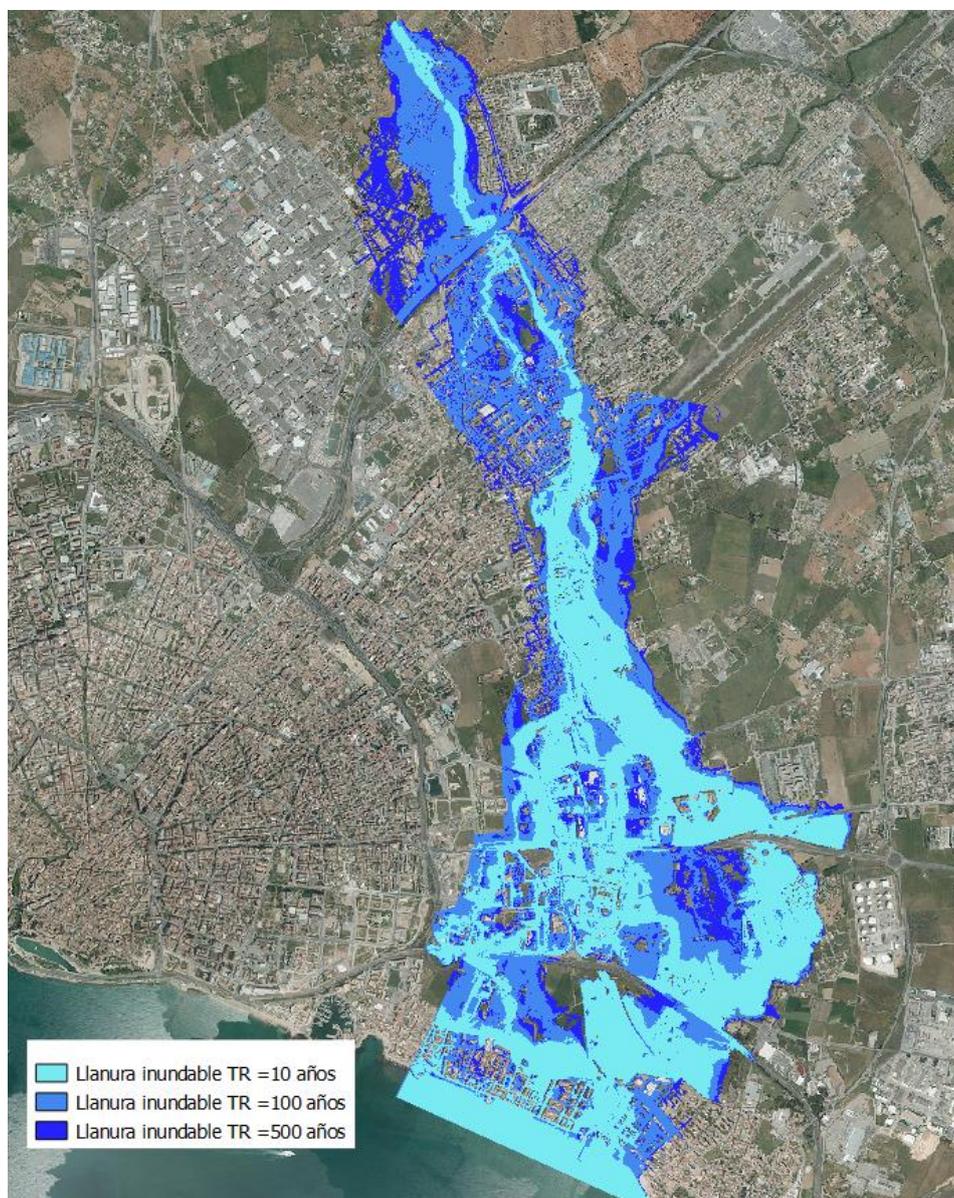


Figura 6. Llanuras inundables para periodos de retorno de 10,100 y 500 en Torrent Gros.

Los resultados de los daños que se detallan en este apartado hacen referencia a los daños calculados en la situación actual, estos valores se completarán con los resultados arrojados tras simular hidráulicamente las diferentes alternativas del torrente Gros propuestas en el anejo 3.

En las figuras, Figura 7, Figura 8 y Figura 9 quedan reflejados los daños calculados para 10, 100 y 500 años de periodos de retorno respectivamente.

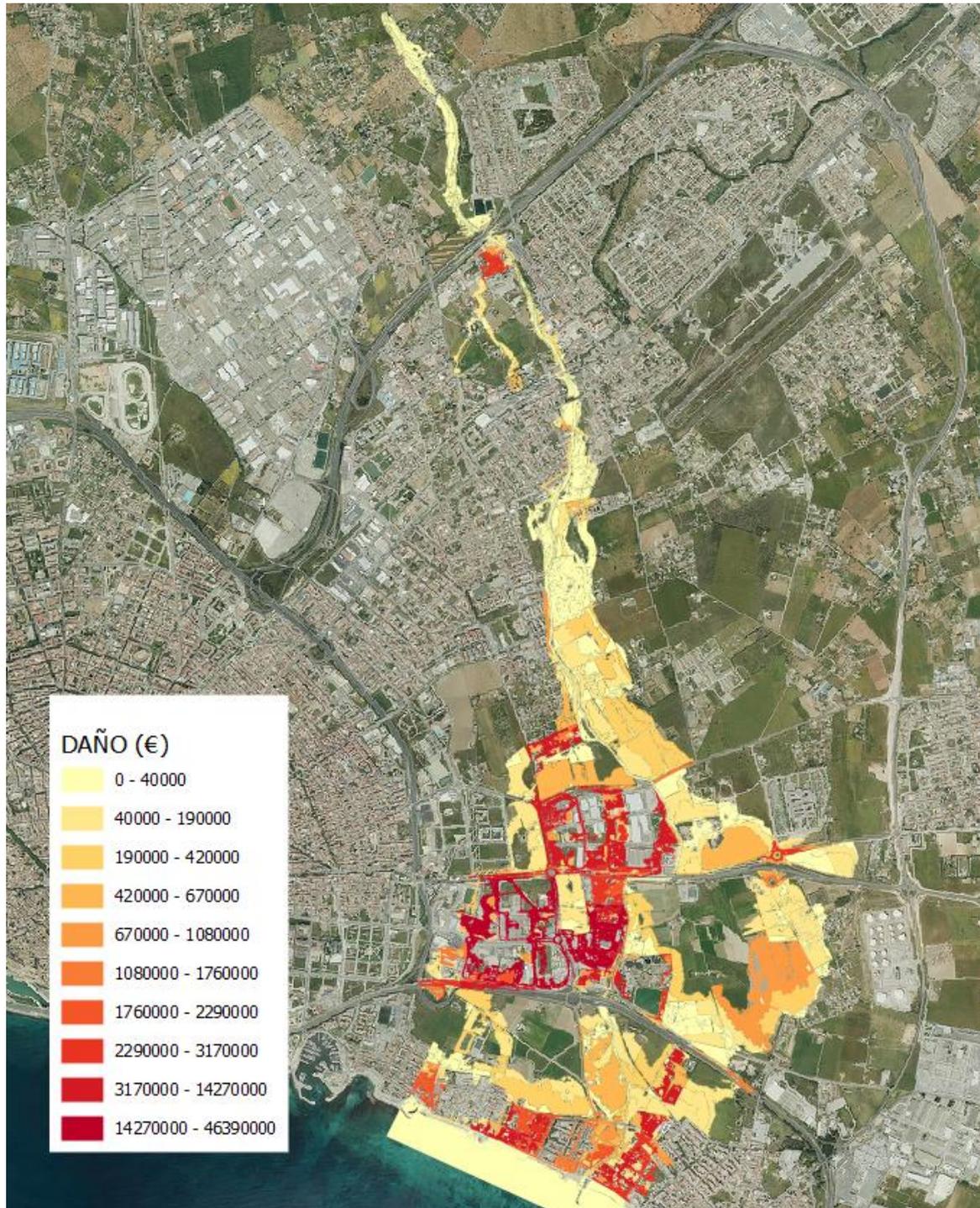


Figura 7 Daños asociados a un periodo de retorno de 10 años en Gros

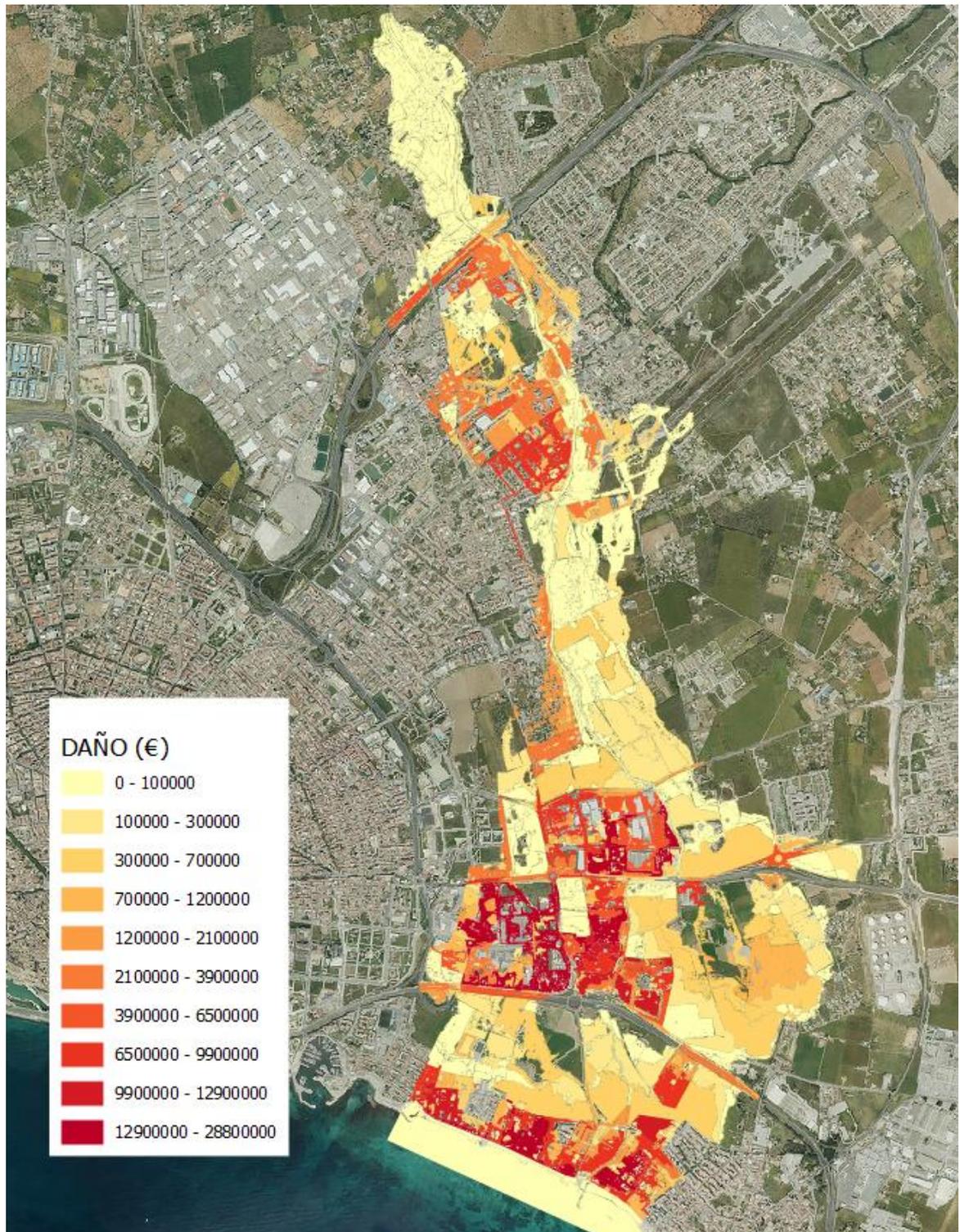


Figura 8 Daños asociados a un periodo de retorno de 100 años en Gros

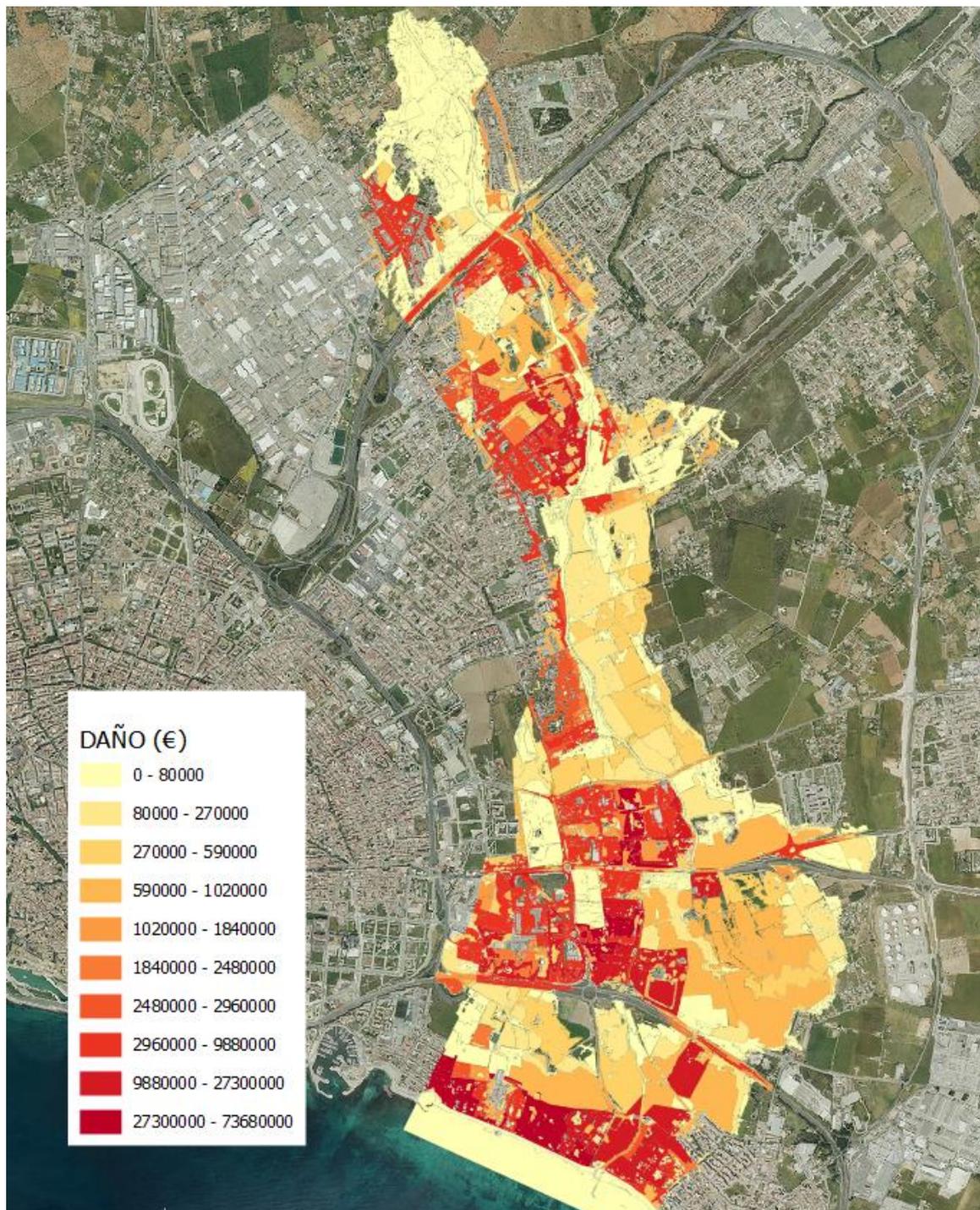


Figura 9 Daños asociados a un periodo de retorno de 500 años en Gros

Si bien las manchas de inundación del torrente Gros y del torrente de Na Bàrbara son adyacentes y los valores de una pueden afectar a la otra, para seguir un criterio homogéneo en la cuantificación de los daños, dicha mancha conjunta se ha dividido en función del correspondiente tramo ARPSI por el cual se ve afectada en mayor proporción, acorde a lo establecido en el MAPRI de segundo ciclo de la Dirección General de las Islas Baleares.

Como resumen del análisis de daños, se muestra la siguiente tabla:

Daño anual esperado	42,862,367.62 €
Daño periodo de retorno 10 años	3,917,876.13 €
Daño periodo de retorno 100 años	720,679,250.53 €
Daño periodo de retorno 500 años	934,955,943.91 €

Tabla 6. Análisis de daños.

3.6 Daños asociados al Torrent de Na Bàrbara

Las llanuras inundables para periodos de retorno de 10,100 y 500 años se muestran a en la Figura 10.

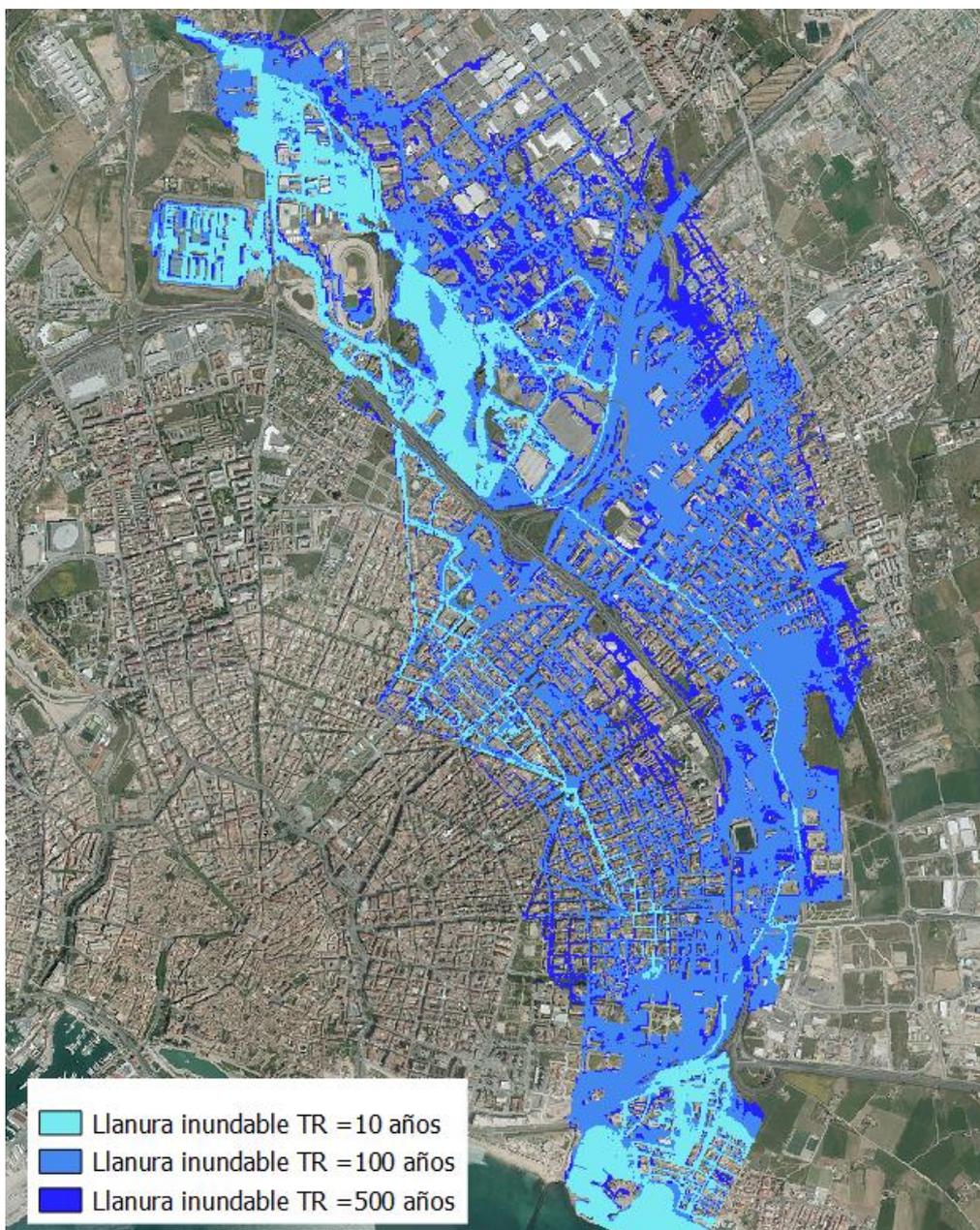


Figura 10. Llanuras inundables para periodos de retorno de 10, 100 y 500 en Na Bàrbara.

Los resultados de los daños que se detallan en este apartado hacen referencia únicamente a aquellos calculados en la situación actual.

En las imágenes, Figura 11, Figura 12 y Figura 13 quedan reflejados los daños calculados para 10, 100 y 500 años de periodos de retorno respectivamente

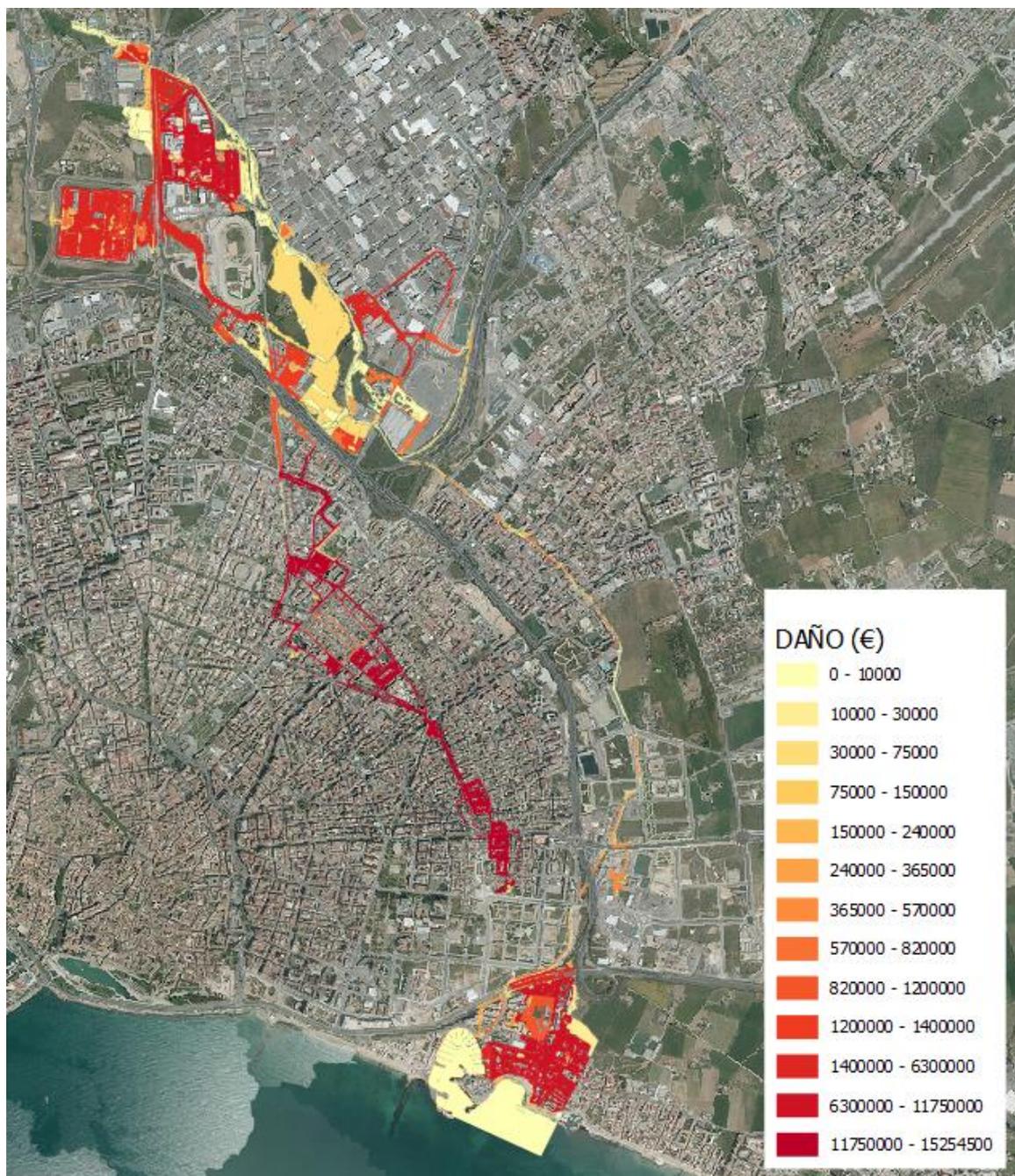


Figura 11. Daños asociados a un periodo de retorno de 10 años en Na Bàrbara.

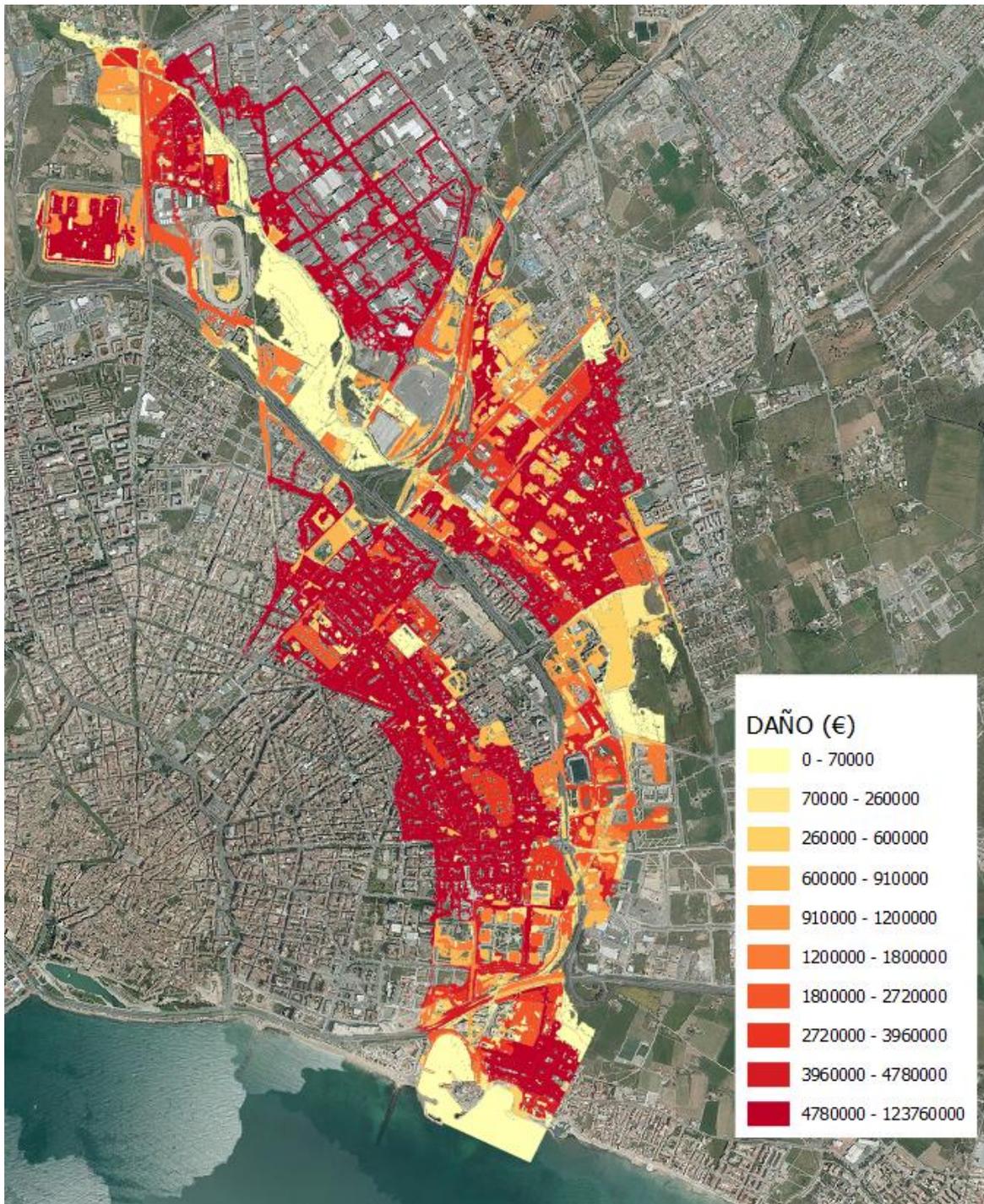


Figura 12. Daños asociados a un periodo de retorno de 100 años en Na Bàrbara.

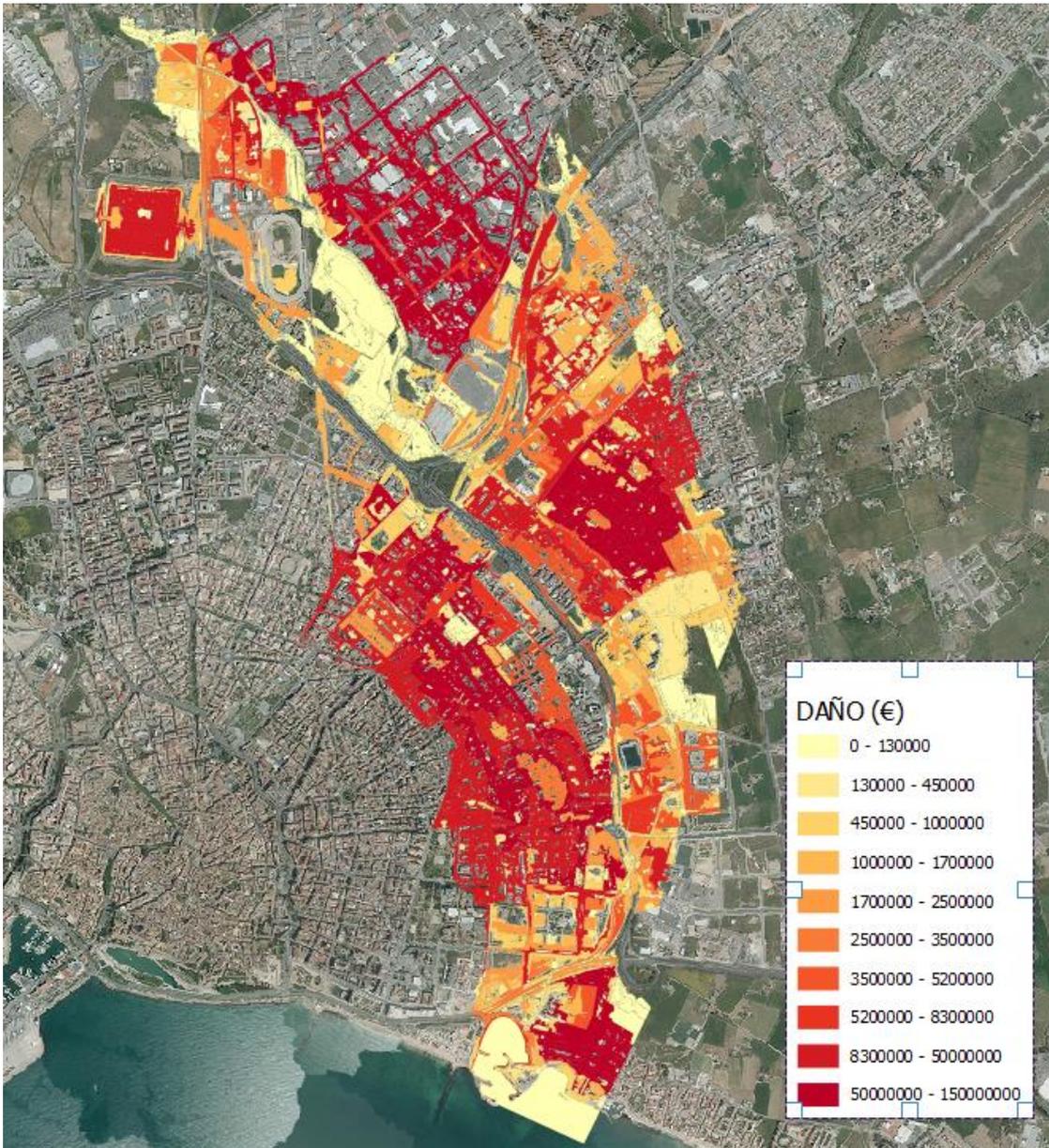


Figura 13. Daños asociados a un periodo de retorno de 500 años en Na Bàrbara.

Como se ha comentado previamente, las manchas de inundación del torrente Gros y del torrente de Na Bàrbara son adyacentes y los valores de una pueden afectar a la otra, para seguir un criterio homogéneo en la cuantificación de los daños se ha procedido a dividirlos en función del tramo ARPSI por el que se ven mayormente afectados. Como resumen del análisis de daños, se muestra la siguiente tabla:

Daño anual esperado	123,117,511.31 €
Daño periodo de retorno 10 años	138,941,761.35 €
Daño periodo de retorno 100 años	946,995,521.76 €
Daño periodo de retorno 500 años	1,323,093,145.09 €

Tabla 7. Análisis de daños.