



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

**INFORME DE EVALUACIÓN DE LOS DAÑOS PROVOCADOS
POR LA DANA DE OCTUBRE DE 2024 EN LOS BARRANCOS
DEL POYO, L'HORTETA Y LA CAÑADA DE PEQUÉ, EN EL
TÉRMINO MUNICIPAL DE TORRENT (VALENCIA)**



Valencia, septiembre de 2025

Índice

1.- INTRODUCCIÓN	6
1.1.- MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS	6
1.2.- AUTORES DEL INFORME.....	6
1.3.- DESCRIPCIÓN Y ALCANCE DE LOS TRABAJOS	7
2.- APROXIMACIÓN HIDROLÓGICA A LA CRECIDA EN LA RAMBLA DEL POYO	9
2.1.- INTRODUCCIÓN	9
2.1.1.- <i>Metodología hidrológica</i>	9
2.1.2.- <i>Información utilizada</i>	11
2.2.- CARACTERIZACIÓN DEL EPISODIO DE PRECIPITACIÓN	12
2.2.1.- <i>Análisis del episodio en la cuenca de la rambla del Poyo</i>	13
2.3.- CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA HIDROLÓGICO.....	17
2.3.1.- <i>Esquema hidrológico adoptado</i>	17
2.3.2.- <i>Características hidromorfométricas y de producción de escorrentía</i>	18
2.3.3.- <i>Caracterización espacial de la precipitación</i>	22
2.4.- MODELACIÓN LLUVIA-ESCORRENTÍA.....	25
2.4.1.- <i>Conceptualización del sistema hidrológico</i>	25
2.4.2.- <i>Modelos de simulación y parámetros</i>	26
2.4.3.- <i>Calibración del modelo</i>	30
2.4.4.- <i>Resultados del modelo</i>	34
3.- DAÑOS EN LADERAS Y CAUCES	38
3.1.- LONGITUD DE CAUCES ANALIZADOS.....	39
3.2.- IDENTIFICACIÓN DE DAÑOS	41
3.2.1.- <i>Planteamiento del diagnóstico</i>	41
3.2.2.- <i>Ejemplos de afecciones identificadas</i>	42
4.- DETERMINACIÓN DE LOS VOLÚMENES MOVILIZADOS	52
4.1.- PROCEDIMIENTO.....	52
4.2.- BARRANCO DE HORTETA	56
4.2.1.- <i>Bco. de Horteta. Tramo 1</i>	56
4.2.2.- <i>Bco. de Horteta. Tramo 2</i>	58

4.2.3.- <i>Bco. de Horteta. Tramo 3</i>	61
4.2.4.- <i>Bco. de Horteta. Tramo 4</i>	63
4.3.- RAMBLA DEL POYO	66
4.3.1.- <i>Rambla del Poyo. Tramo 1</i>	66
4.3.2.- <i>Rambla del Poyo. Tramo 2</i>	68
4.4.- CAÑADA DEL PEQUÉ	70
4.5.- BARRANCO DE LA SOTERRAÑA (PARTIDA DE LA VENTETA)	73
4.6.- BARRANCO DE LA BOTA	75
4.7.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	78
5.- PROPUESTA DE ALTERNATIVAS Y ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LA REPOSICIÓN	79
5.1.- PROPUESTA DE ALTERNATIVAS PARA PROTECCIÓN DE LADERAS	79
5.2.- ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE REPOSICIÓN DE LADERAS.....	93
5.2.1.- <i>Generalidades</i>	93
5.2.2.- <i>Barranco del Poyo</i>	94
5.2.3.- <i>Barranco de L'Horteta</i>	102
5.2.4.- <i>Barranco de la Soterraña (Partida de la Venteta)</i>	114
5.2.5.- <i>Cañada del Peque</i>	115
5.2.6.- <i>Barranco de les Canyes</i>	122
5.3.- PROPUESTA PARA RECUPERACIÓN DE ZONAS URBANIZADAS	124
5.3.1.- <i>Criterios para la recuperación</i>	125
5.3.2.- <i>Proceso de valoración</i>	126
5.4.- RESUMEN GLOBAL DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA	127
5.4.1.- <i>Márgenes y cauces</i>	127
5.4.2.- <i>Zonas urbanas</i>	128
5.4.3.- <i>Costes totales de reposición</i>	129
6.- MODELACIÓN HIDRÁULICA.....	131
6.1.- INTRODUCCIÓN	131
6.1.1.- <i>Objetivos</i>	131
6.1.2.- <i>Elección del modelo</i>	131
6.1.3.- <i>Características principales</i>	132
6.2.- DESARROLLO DEL MODELO GEOMÉTRICO	133
6.2.1.- <i>Terreno Pre DANA</i>	133

6.2.2.- <i>Identificación del terreno Post DANA</i>	135
6.2.3.- <i>Corrección del terreno Post DANA. Fusión de modelos cartográficos</i>	138
6.2.4.- <i>Diferencias modelo pre y post DANA</i>	140
6.3.- PARÁMETROS PRINCIPALES DE LA SIMULACIÓN	143
6.3.1.- <i>Ámbito</i>	144
6.3.2.- <i>Condiciones de contorno</i>	145
6.3.3.- <i>Cartografía</i>	146
6.3.4.- <i>Mallado</i>	146
6.3.5.- <i>Rugosidad</i>	147
6.3.6.- <i>Caudales para T=25, 100 y 500 años</i>	150
6.3.7.- <i>Caudales durante la DANA</i>	151
6.3.8.- <i>Puentes</i>	152
6.3.9.- <i>Duración de la simulación</i>	153
6.3.10.- <i>Número de Courant</i>	154
6.3.11.- <i>Incremento de tiempo</i>	154
7.- ESTIMACIÓN DE LOS CAUDALES TRASEGADOS POR LA DANA	155
7.1.- RESULTADO GLOBAL DE LA INUNDACIÓN	155
7.2.- DELIMITACIÓN DE ZONAS	157
7.3.- RESULTADOS EN ZONA 1	158
7.4.- RESULTADOS EN ZONA 2	162
7.5.- RESULTADOS EN ZONA 3	164
7.6.- RESULTADOS EN ZONA 4	165
7.7.- RESULTADOS EN ZONA 5	167
7.8.- RESULTADOS EN ZONA 6	168
7.9.- COMPORTAMIENTO DE LA INUNDACIÓN EN LA CANTERA DE CALICANTO	169
7.9.1.- <i>Llenado de la cantera durante la DANA</i>	170
7.9.2.- <i>Volumen retenido</i>	173
7.9.3.- <i>Situación futura de la cantera</i>	174
7.10.- ESTIMACIÓN DE CAUDALES DURANTE LA CRECIDA DEL 29-10-2025	175
7.10.1.- <i>Envolvente de caudales máximos en los diferentes cauces</i>	175
7.10.2.- <i>Incertidumbres</i>	176
7.10.3.- <i>Hidrogramas en puntos de interés</i>	178
7.10.4.- <i>Caudal máximo simultáneo durante la crecida</i>	181

8.- VARIACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN	182
8.1.- ORGANIZACIÓN DE SALIDAS DE RESULTADOS	182
8.2.- SITUACIÓN PRE DANA.....	182
8.3.- SITUACIÓN POST DANA	183
8.4.- COMPARACIÓN DE RESULTADOS ENTRE PRE DANA Y POST DANA	183
8.4.1.- Zona 1. $T=500$ años	184
8.4.2.- Zona 2. $T=500$ años	185
8.4.3.- Zona 3. $T=500$ años	186
8.4.4.- Zona 4. $T=500$ años	187
8.4.5.- Zona 5. $T=500$ años	188
8.4.6.- Zona 6. $T=500$ años	189
8.4.7.- <i>Detalle de diferencias esperables en la inundación</i>	190
8.5.- DIFERENCIAS DETECTADAS EN LA INUNDACIÓN. PERFIL LONGITUDINAL.....	202
8.5.1.- <i>Definición de ejes</i>	202
8.5.2.- <i>Eje 1. Rambla del Poyo desde aguas abajo hasta la confluencia</i>	202
8.5.3.- <i>Eje 2. Rambla del Poyo desde la confluencia hacia aguas arriba</i>	205
8.5.4.- <i>Eje 3. Barranco de Horteta entre la Rambla del Poyo y la Cañada del Pequé</i>	208
8.5.5.- <i>Eje 4. Cañada del Pequé.....</i>	210
8.5.6.- <i>Eje 5. Barranco de Horteta entre la Cañada del Pequé y la AP-7</i>	213
8.5.7.- <i>Eje 6. Vaguada en la partida de la Venteta</i>	216
8.5.8.- <i>Eje 7. Barranco de Horteta desde AP7 hasta la cantera</i>	219
8.5.9.- <i>Eje 8. Barranco de Horteta aguas arriba de la cantera.....</i>	221
8.5.10.- <i>Resumen de los resultados obtenidos.....</i>	224
9.- DAÑOS PERSONALES EN EL MUNICIPIO	226
9.1.- POSIBLES MEDIDAS ADICIONALES	227
10.- CONCLUSIONES	230
11.- ANEJOS	238

1.-INTRODUCCIÓN

1.1.- MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS

Este trabajo tiene como finalidad realizar un diagnóstico sobre las consecuencias de las inundaciones ocasionadas durante la DANA del 29 de octubre de 2024, en el Término Municipal de Torrent, provincia de Valencia.

1.2.- AUTORES DEL INFORME

Este informe ha sido elaborado por:

1. D. Francisco Javier Torrijo Echarri, Ingeniero Civil y Dr. en Geología, con número de colegiado 3242, Profesor Titular de Universidad en la Universitat Politècnica de València en el Departamento de Ingeniería de los Transportes y del Terreno, y miembro del Centro de Investigación “Arquitectura, Patrimonio y Gestión para el desarrollo sostenible” (PEGASO).
2. D. José Sergio Palencia Jiménez, Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, número de colegiado 15574, Profesor Permanente Laboral en Universitat Politècnica de València e investigador del Departamento de Urbanismo.
3. D. Eduardo Albentosa Hernández, Ingeniero de Obras Públicas y Licenciado en Ciencias Ambientales, Profesor Titular de Escuela Universitaria en la Universitat Politècnica de València en el Departamento de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (DIHMA), e investigador del Instituto Universitario de Investigación de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (IIAMA).
4. D. Miguel Angel Eguibar Galán, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, número de colegiado 15550, Profesor Titular de Escuela Universitaria en la Universitat Politècnica de València en el Departamento de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (DIHMA), e investigador del Instituto Universitario de Investigación de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (IIAMA).

La coordinación de los trabajos ha sido realizada por este último. Cualquier consulta sobre este estudio puede realizarse al correo electrónico: meguibar@hma.upv.es

1.3.- DESCRIPCIÓN Y ALCANCE DE LOS TRABAJOS

Los trabajos a realizar serán los siguientes:

- Análisis preliminar, desde el punto de vista meteorológico e hidrológico, del evento que tuvo lugar durante la DANA del 29 de octubre de 2024. A pesar de la complejidad hidrológica del fenómeno, y aunque no fuera uno de los objetivos acordados para este contrato, se considera interesante profundizar en el conocimiento del evento que tuvo lugar el día en cuestión. Esto permitirá también abordar con mayor rigor algunos de los análisis posteriores a desarrollar a lo largo del trabajo.
- Estudio hidráulico del evento. La finalidad de esta investigación será conocer el comportamiento de la crecida en el Término Municipal de Torrent durante la DANA, que permitan comprender los mecanismos de inundación en su entorno y sirvan como base para establecer posibles medidas correctoras.
- Identificación de zonas en las que se hayan producido variaciones geomorfológicas de importancia en los barrancos, como por ejemplo, deslizamientos de ladera o rellenos en los cauces como consecuencia de los arrastres de la crecida. En relación con esta tarea:
 - Se aprovechará para realizar un análisis general del estado de las laderas, identificando taludes potencialmente inestables o que puedan suponer peligrosidad por riesgo de deslizamientos. Hay que tener en cuenta que en el desarrollo de este trabajo no se llevarán a cabo sondeos ni ensayos, por lo que los diagnósticos realizados serán meramente orientativos. Queda fuera del objetivo de este estudio acometer un estudio de laderas con una precisión de proyecto.
 - Se examinará el estado del lecho de los cauces, prestando especial atención a erosiones o depósitos resultantes de la inundación, que puedan alterar el riesgo de inundación ante crecidas futuras.
- Cálculo de los volúmenes de material movilizado durante la DANA, a partir de los trabajos desarrollados en el apartado anterior.

-
- Propuestas básicas para proteger zonas dañadas en el entorno de los barrancos del municipio. Se plantearán unas ideas generales, a modo de ejemplo, que permitan reducir el riesgo en puntos que así lo puedan requerir tras el paso de la DANA.
 - Estimación económica de reposición y estabilización de daños en laderas y tramos de cauce, en base a las propuestas anteriores. Tal y como se ha indicado anteriormente, esta valoración económica será meramente orientativa al tratarse de un ámbito de gran extensión.
 - Como continuación de ese análisis económico, también se llevará a cabo una estimación de daños en las zonas urbanizadas más afectadas durante la crecida con la finalidad de obtener un importe orientativo de su reposición, al igual que en el punto anterior. El paso de la DANA ha dejado multitud de daños menores atomizados a lo largo del municipio, pero no es objeto de este trabajo su identificación.
 - Análisis sobre la posible variación del nivel de peligrosidad por inundación fluvial en el municipio, tras la nueva geomorfología con la que han quedado de los barrancos. Para ello se utilizará el modelo hidráulico desarrollado durante el trabajo, para estudiar el comportamiento hidráulico de los cauces para la situación anterior y posterior a la DANA. Este análisis se realizará para tres períodos de retorno diferentes, con probabilidad de ocurrencia alta, media y baja.

2.-APROXIMACIÓN HIDROLÓGICA A LA CRECIDA EN LA RAMBLA DEL POYO

2.1.- INTRODUCCIÓN

En este estudio se presentan pormenorizadamente los trabajos realizados en la fase de desarrollo y aplicación de un modelo hidrológico de crecidas para la cuenca de la Rambla del Poyo orientado a la estimación de los caudales generados durante el episodio convectivo del 29 de octubre de 2024.

El modelo ha hecho uso de toda la información hidrológica disponible; esto es, los registros pluviográficos y foronómicos del evento y la información geomorfológica de la cuenca, todo ello convenientemente procesado mediante técnicas SIG.

2.1.1.- Metodología hidrológica

Dada la generalizada escasez de datos de aforo, el enfoque más habitual en Hidrología de crecidas es plantear un modelo determinístico (que recibe el nombre de método hidrometeorológico en este campo de estudio). En síntesis, en este tipo de modelación se parte de una caracterización del input de precipitación en el sistema objeto de estudio, bien mediante un análisis de la frecuencia de las precipitaciones máximas en el marco del diseño hidrológico o bien, como es el caso que nos ocupa, mediante un adecuado tratamiento de los registros correspondientes a un determinado evento de precipitación en el marco de la simulación histórica. En una segunda fase, mediante un modelo de transformación de la lluvia en escorrentía, se convierten estos hietogramas en caudales de crecida.

La caracterización del sistema hidrológico se ha realizado automatizadamente con las herramientas que provee el sistema de información geográfica QGIS. Para ello se han tomado como base cartográfica las coberturas vectoriales de subcuenca y cauces del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, que han sido convenientemente corregidas y completadas con el Modelo de Elevación Digital de la zona en formato vectorial a escala E1:10.000 del Institut Cartogràfic Valencià. En cuanto al parámetro del modelo de producción de escorrentía, se ha partido inicialmente de la cobertura formato raster con resolución 500 m de umbral de escorrentía en condiciones de humedad media del suelo del CEDEX, posteriormente modificada por calibración del modelo hidrológico.

En cuanto al input de precipitación, se ha aproximado incorporando la información pluviográfica necesaria para una adecuada caracterización espacio-temporal del evento en la cuenca objeto de estudio, consistente en los registros de alta resolución de las estaciones del Sistema Automático de Información Hidrológica de la C.H. Júcar (en adelante, SAIH-CHJ) y de la Agencia Estatal de Meteorología (en adelante, AEMET).

Para la transformación lluvia-escorrentía, dadas las características del evento de precipitación a simular, la ubicación del punto de calibración del modelo y los requerimientos de la modelación hidráulica, se ha empleado un modelo conceptual pseudodistribuido. El software utilizado ha sido HEC-HMS (versión 4.12), desarrollado por el U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center, que simula el proceso precipitación-escorrentía mediante una serie de submodelos que se corresponden con las distintas fases del proceso: producción de escorrentía superficial, propagación de la escorrentía superficial a nivel de subcuenca, evolución del flujo de base a nivel de subcuenca y propagación de la escorrentía en los cauces del sistema.

El modelo de producción empleado ha sido el del USDA Soil Conservation Service, ampliamente experimentado, que puede operarse con un sólo parámetro, el umbral de escorrentía. El proceso de transformación lluvia neta-escorrentía en todas las subcuenca ha sido modelado en términos de la teoría lineal de los sistemas hidrológicos, empleando Hidrogramas Unitarios sintéticos (en concreto, el HU del USDA Soil Conservation Service) para representar la respuesta hidrológica frente a una lluvia neta unitaria. En cuanto a la propagación en los cauces de la cuenca, dado que, por sus características hidráulico-geométricas, no cabe esperar efectos de atenuación de la onda en el tránsito, se ha simulado mediante un modelo simple de desfase temporal.

El modelo ha podido ser calibrado con los registros de la estación de aforo 0004 «MC Rambla Poyo N-III» del SAIH de la C.H. Júcar. No obstante, conviene subrayar que los resultados del modelo están sujetos a un elevado grado de incertidumbre, por lo que deben ser considerados como una primera aproximación; ello es debido a diversos factores (que, además, amplifican sus efectos entre sí):

- i) La enorme heterogeneidad espacial de la precipitación registrada en la cuenca durante el episodio, con acumulados durante el día 29 de octubre que oscilan entre 770 mm en Turís, 606 mm en Chiva, 356 mm en Siete Aguas, 217 mm en la rambla del Poyo en la N-III y 18 mm en el Canal Júcar-Turia en Picassent.

-
- ii) La ubicación del aforo, en el cauce principal de la rambla del Poyo pero aguas arriba de la incorporación de los barrancos del Gallego y de la Horteta, a cuyas cuencas tributarias (que suponen más del 40% de la extensión total del sistema analizado) se extrapolarán los resultados de la calibración.
 - iii) La extraordinaria magnitud de la crecida, que incrementa notablemente la incertidumbre del aforo en la rambla del Poyo, donde buena parte de los caudales registrados quedan, sin duda, en la zona de extrapolación de la curva de gasto de la estación.
 - iv) La ausencia de registro en el aforo de la rambla del Poyo a partir de las 19:00 horas del 29 de octubre, lo que impide calibrar a la punta de la crecida.

2.1.2.- Información utilizada

En cuanto a la información básica utilizada en el estudio hidrológico ha sido la siguiente:

- i) Cartografía de base en formato digital a escala 1:10.000, suministrada por el Institut Cartogràfic Valencià.
- ii) Cartografía de tramos de cauces y subcuencas en formato digital a escala 1:25.000, suministrada por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.
- iii) Cartografía de umbral de escorrentía en condiciones medias de humedad del suelo en formato digital con resolución de 500x500m², suministrada por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.
- iv) Registro 5-minutal de los días 28/octubre/2024 a 4/noviembre/2024 de los pluviómetros de la red SAIH-CHJ.
- v) Registro 10-minutal del día 29/octubre/2024 del pluviómetro 8337X «Turís» de la AEMET.
- vi) Registro 5-minutal del día 29/octubre/2024 de la estación de aforo 0004 «MC Rambla Poyo N-III» del SAIH-CHJ.
- vii) Nota informativa «Episodio de lluvias y avenidas del 28 de octubre al 4 de noviembre de 2024», elaborada por la UTE Mantenimiento SAIH Júcar 2023 (enero de 2025).
- viii) «Informe sobre el episodio meteorológico de precipitaciones torrenciales y persistentes ocasionadas por una DANA el día 29 de octubre de 2024», elaborado por el Departamento de Producción de la AEMET (noviembre de 2024).

2.2.- CARACTERIZACIÓN DEL EPISODIO DE PRECIPITACIÓN

El 29 de octubre de 2024 un episodio extraordinario de precipitaciones afectó a la mayor parte del Levante peninsular provocando acumulados históricos en gran parte de la provincia de Valencia y en la zona sur de la provincia de Albacete. El evento se desencadenó debido a la evolución de una DANA que, empujada en dirección sur por un potente chorro trasero, se situó el día 28 en el golfo de Cádiz forzando al desarrollo de bajas presiones en superficie hacia el sur peninsular y contribuyendo a la canalización de un intenso flujo del este con gran aporte de humedad desde el mar Mediterráneo sobre la fachada oriental peninsular. Todo ello favoreció la organización de importantes sistemas de precipitación de tipo tren convectivo que se mantuvieron estacionarios gran parte del día 29 en zonas de la provincia de Valencia, este de Cuenca, suroeste de Albacete y noroeste de Murcia. La figura 1 ilustra la precipitación acumulada durante el día 29 de octubre.

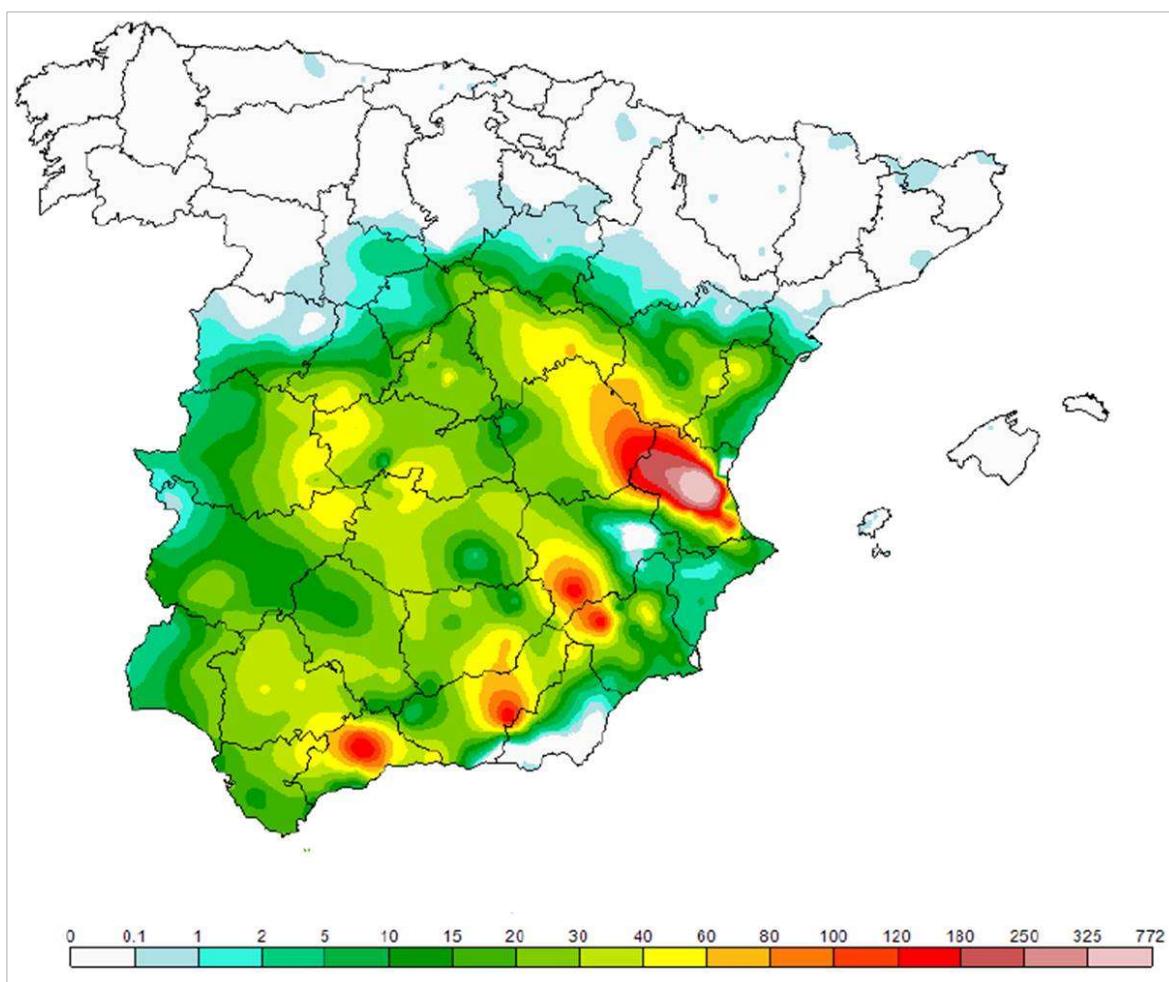


Figura 1. Precipitación acumulada en el territorio nacional el día 29 de octubre de 2024 (fuente: AEMET).

Destacan por encima del resto los acumulados en la provincia de Valencia, registrándose los máximos en los pluviómetros de Turís (AEMET) y Chiva (SAIH-CHJ), con 770,6 y 605,8 mm el 29 de octubre, respectivamente; en definitiva, los máximos del evento se localizaron en el tercio central de la cuenca de la rambla del Poyo, en una franja con alineación noroeste-sureste entre la cuenca intermedia del barranco del Gayo y la cabecera del barranco de La Horteta.

2.2.1.- Análisis del episodio en la cuenca de la rambla del Poyo

Centrando el análisis en el sistema objeto de estudio, el SAIH-CHJ aproxima la precipitación areal media del evento en 392 mm. Este alto valor, no obstante, se distribuyó de forma muy heterogénea en la cuenca, como ilustra la figura 2. En ella se muestran los acumulados de precipitación registrados durante el día 29 de octubre en varios pluviómetros de alta resolución, con registros superiores a 600 mm en la mitad sur del tercio central de la cuenca, entre 350 y 400 mm al oeste, entre 140 y 220 mm al norte de la divisoria y en el paso de la rambla del Poyo bajo la A-3, e inferiores a 20 mm en la zona más oriental de la cuenca.

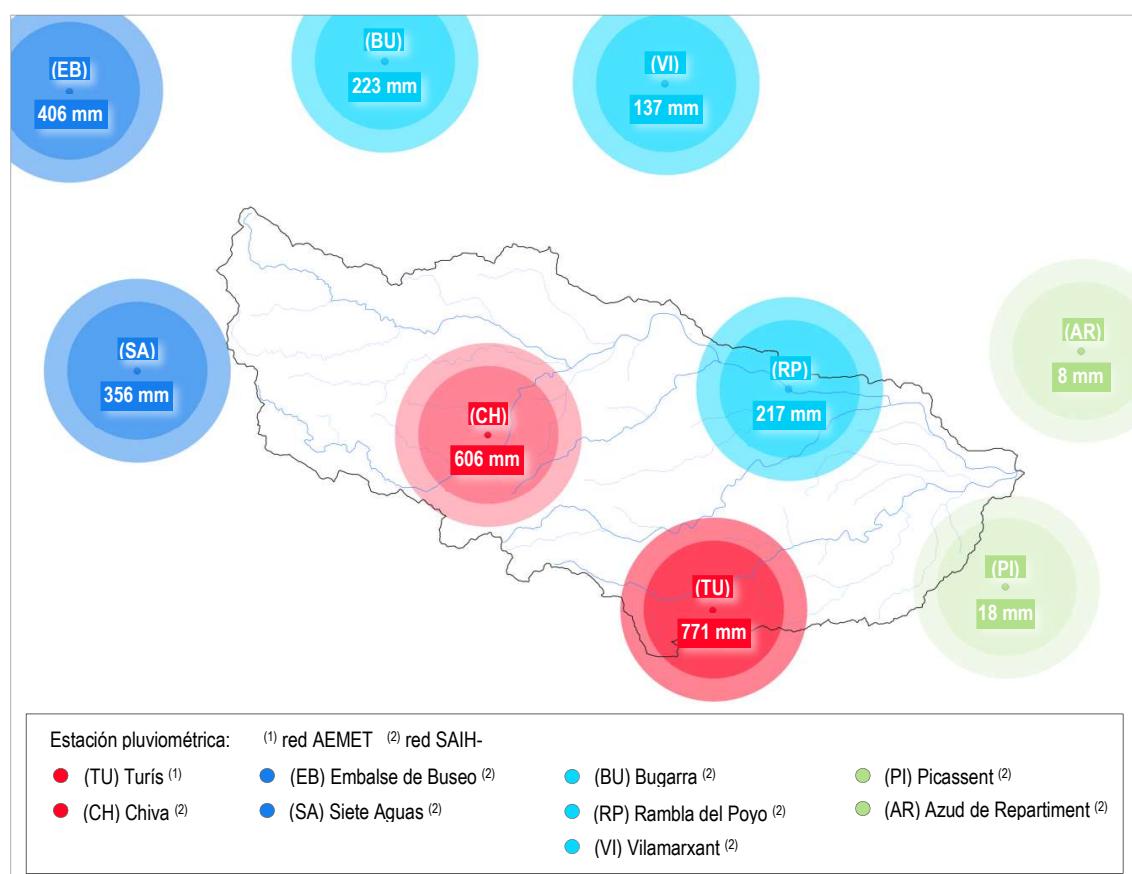


Figura 2. Precipitación acumulada en la rambla del Poyo y su entorno el día 29 de octubre de 2024.

Esta extraordinaria variabilidad espacial del episodio en la cuenca debe ser necesariamente incorporada al modelo hidrológico dada la no linealidad de los procesos involucrados en la formación de la escorrentía en superficie; ello exige, sin duda alguna, el empleo de un esquema pseudodistribuido o bien distribuido. En ambos casos la resolución espacial del esquema (número de subcuenas o tamaño de celda, respectivamente) debe ser lo suficientemente fina para capturar la variabilidad espacial del campo de lluvia y minimizar los efectos de la promediación en procesos altamente no lineales.

En este sentido, tanto para determinar un esquema de interpolación espacial adecuado como para definir la resolución espacial del modelo, es crucial tener en cuenta la posible extensión de las celdas convectivas, que queda también recogida de forma conceptual en la figura 2 mediante unos círculos concéntricos con la ubicación de cada estación y de radios 3 y 4 km, que se corresponden con áreas alrededor del registro de aproximadamente 30 y 50 km², respectivamente (rango habitual de extensión que permite asumir de forma razonable para una cuenca la hipótesis de distribución espacial homogénea de la precipitación).

En este estudio se ha optado finalmente por un esquema de modelación pseudodistribuido en el que, con todo lo antedicho, deberán definirse las subcuenas buscando una solución de compromiso que, por un lado, minimice su número (para no aproximarse a un esquema distribuido) y, por el otro, minimice su extensión (para poder asumir en el mayor número de ellas la hipótesis de homogeneidad espacial de la precipitación).

Atendiendo a la localización de las estaciones y la significancia de sus registros, el evento de precipitación queda suficientemente caracterizado en la cuenca con 7 de ellas. Sus características principales se recogen en la tabla 1.

Estación	Red	P _{28oct-4nov} (mm)	P _{29oct} (mm)	Resolución (min)	i _{máx 29oct} (mm/h)
Turís	AEMET	-	770,6	10	504,0
Chiva	SAIH-CHJ	621,0	605,8	5	206,4
Siete Aguas	SAIH-CHJ	376,0	356,2	5	134,4
Bugarra	SAIH-CHJ	278,8	222,8	5	187,2
Rambla del Poyo	SAIH-CHJ	240,2	217,2	5	206,4
Picassent	SAIH-CHJ	47,0	17,6	5	50,4
Azud de Repartiment	SAIH-CHJ	33,4	8,2	5	19,2

Tabla 1. Estaciones pluviométricas empleadas.

Como puede verse en la tabla, el episodio se concentró durante el día 29 de octubre. En efecto, en todas las estaciones con registro significativo, las puntas de intensidad tuvieron lugar en esa jornada, y la precipitación acumulada de ese día ($P_{29\text{Oct}}$) supuso un porcentaje del total del evento ($P_{28\text{Oct}-4\text{Nov}}$) del 80% en la estación de Bugarra y superior al 90% en el resto. Todo ello permite afirmar que el episodio queda suficientemente bien caracterizado con el registro del día 29 de octubre, que ha sido el empleado como input del modelo lluvia escorrentía. En las siguientes figuras, se ilustran los pluviogramas de todas las estaciones, y en el Anejo 1 se exponen los listados numéricos completos.

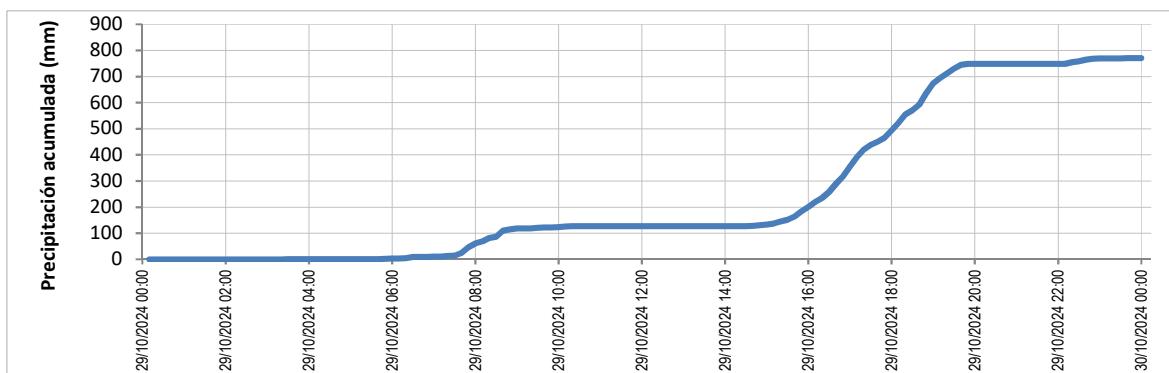


Figura 3. Pluviograma de la estación AEMET Turís el día 29 de octubre de 2024.

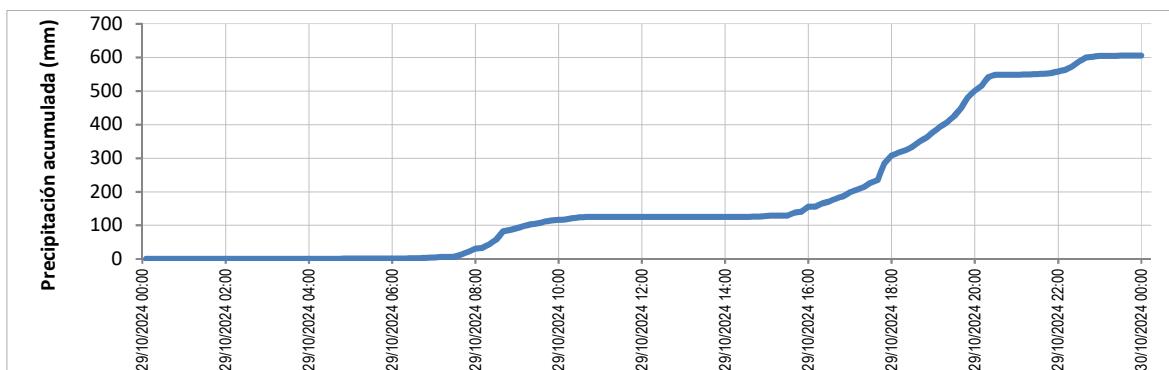


Figura 4. Pluviograma de la estación SAIH-CHJ Chiva el día 29 de octubre de 2024.

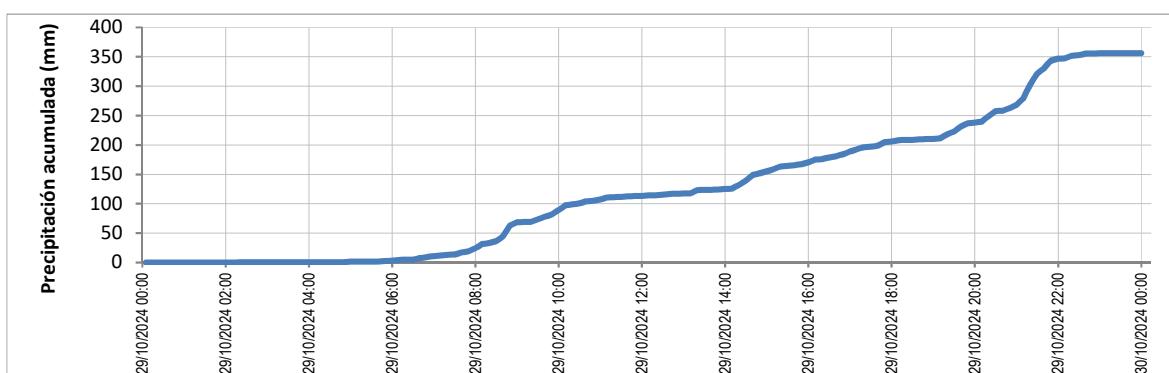


Figura 5. Pluviograma de la estación SAIH-CHJ Siete Aguas el día 29 de octubre de 2024.

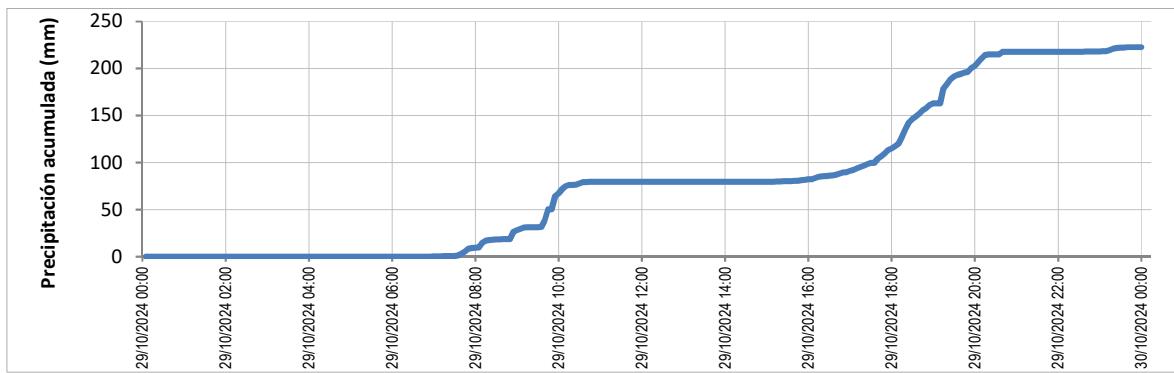


Figura 6. Pluviograma de la estación SAIH-CHJ Bugarra el día 29 de octubre de 2024.

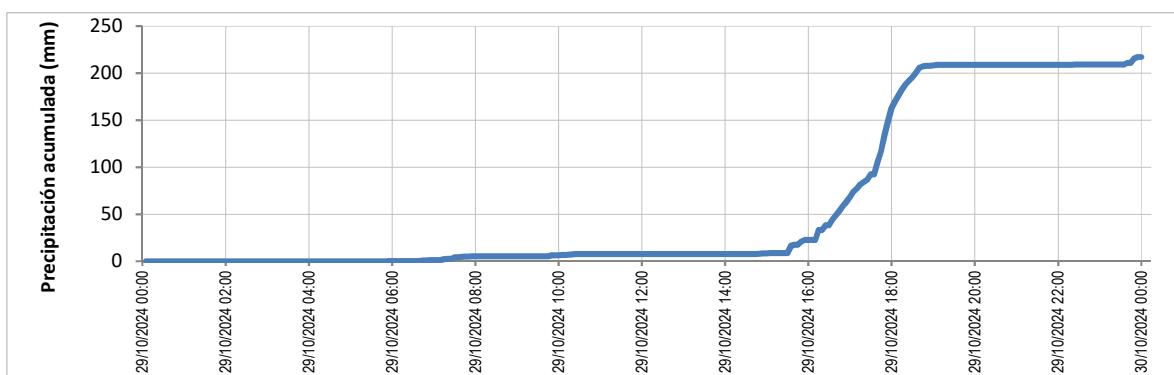


Figura 7. Pluviograma de la estación SAIH-CHJ Rambla del Poyo el día 29 de octubre de 2024.

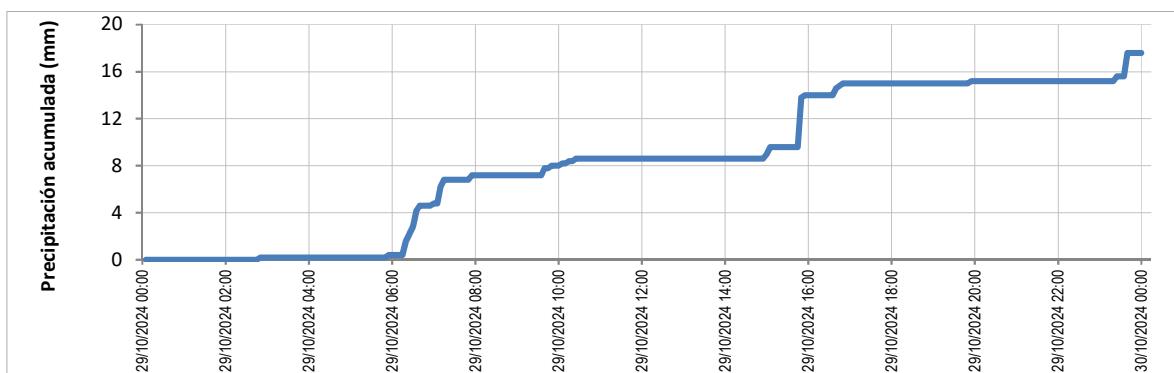


Figura 8. Pluviograma de la estación SAIH-CHJ Picassent el día 29 de octubre de 2024.

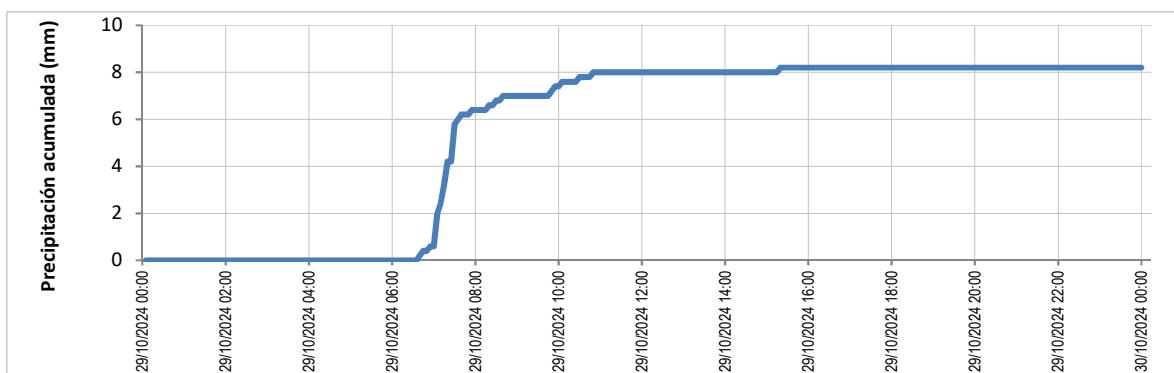


Figura 9. Pluviograma de la estación SAIH-CHJ Azud de Repartiment el día 29 de octubre de 2024.

2.3.- CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA HIDROLÓGICO

La identificación y caracterización del sistema hidrológico se ha llevado a cabo empleando las herramientas de geoprocесamiento espacial y los operadores de bases de datos que provee el sistema de información geográfica QGIS (versión 3.16 Hannover).

Para ello se han tomado como base cartográfica las coberturas vectoriales de subcuenca y cauces del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, que han sido convenientemente corregidas y completadas con el Modelo de Elevación Digital de la zona en formato vectorial a escala E1:10.000 del Institut Cartogràfic Valencià. En cuanto al parámetro del modelo de producción de escorrentía, se ha partido inicialmente de la cobertura formato raster con resolución 500 m de umbral de escorrentía en condiciones de humedad media del suelo del CEDEX.

El sistema hidrológico analizado lo conforma la cuenca tributaria de la rambla del Poyo tomando como desagüe la confluencia del curso principal con el barranco de Horteta, cuya localización geográfica viene definida por las siguientes coordenadas UTM del Huso 30: 717.553 este y 4.368.629 norte. Las principales características de la cuenca son las siguientes:

- Área = 357,0 km²
- Longitud del recorrido principal = 32,9 km
- Tiempo de concentración = 8,5 h.

2.3.1.- Esquema hidrológico adoptado

En base a los objetivos definidos (construcción de un modelo hidrológico pseudo-distribuido que reproduzca con la mayor fiabilidad posible la respuesta del sistema), la superficie de la cuenca se ha desagregado en una serie de subsistemas, atendiendo a los siguientes criterios:

- i) Topología de la red de drenaje.
- ii) Requerimientos de la posterior modelación hidráulica de los cauces.
- iii) Heterogeneidad en el comportamiento hidrológico, fundamentalmente en lo que se refiere a la variabilidad espacial del input de precipitación (siguiendo las premisas ya expuestas en el apartado precedente).

El esquema pseudodistribuido finalmente adoptado (figura 10) se compone de 32 subcuencas, 11 para el curso principal (codificadas en la figura como «PO»), que incluyen las subcuencas de cabecera y los tributarios de menor entidad y las intercuencas del cauce principal hasta el desagüe, y 21 subcuencas para los principales tributarios del curso principal, todos por margen derecha, que son las siguientes: 2 subcuencas para el barranco del Gayo (codificadas como «GY»), 2 subcuencas para el barranco de la Canaleja (codificadas como «CA»), 6 subcuencas para el barranco del Gallego (codificadas como «GA») y 11 subcuencas para el barranco de la Horteta, que incluyen la subcuencia de cabecera y las intercuencas del propio barranco (codificadas en la figura como «HO»), sus tributarios por margen derecha (barrancos de los Giles y les Canyes, codificadas como «LG» y «LC», respectivamente) y por margen izquierda (barranco de Santo Domingo, codificadas como «SD»).

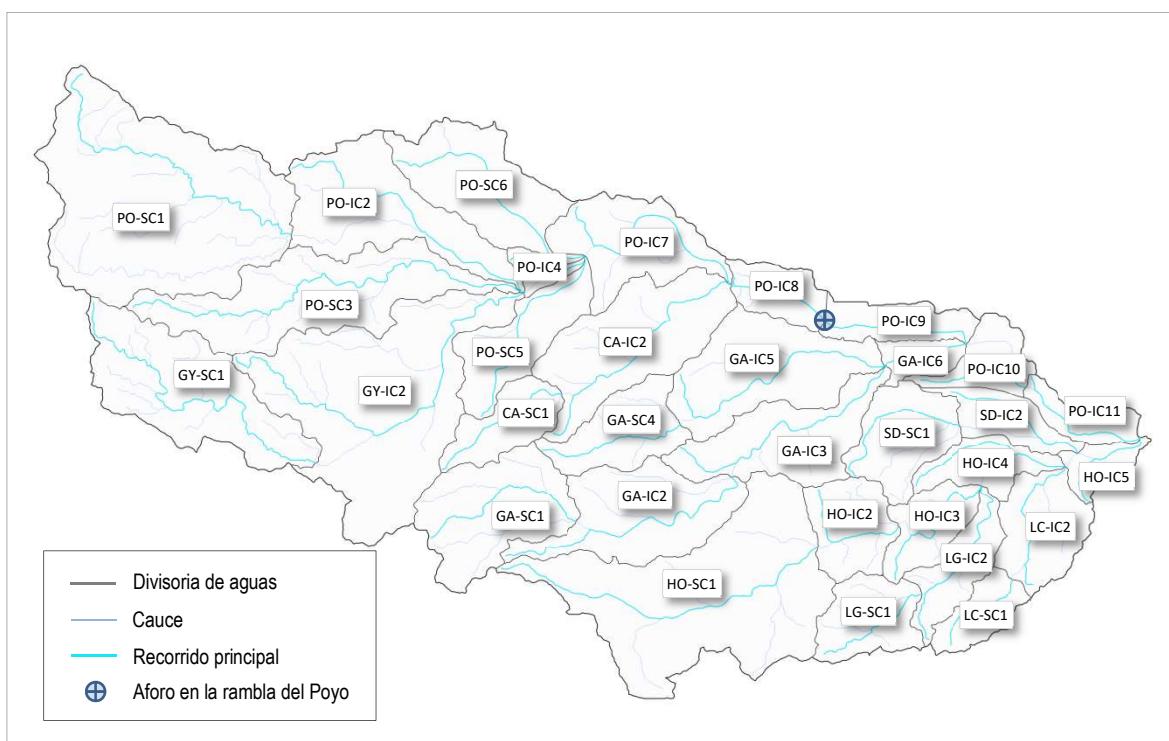


Figura 10. Esquema pseudodistribuido adoptado para la cuenca.

2.3.2.- Características hidromorfométricas y de producción de escorrentía

La tabla 2 contiene los principales parámetros hidromorfométricos de las subcuencas, ordenadas por secuencia hidrológica. En la tabla, A es el área de la cuenca, L_{RP} la longitud del recorrido principal, Z_{US} y Z_{DS} las cotas en cabecera y el desagüe, respectivamente, del recorrido principal, I_{RP} la pendiente media del recorrido principal y t_c el tiempo de concentración.

Subcuenca	A (km²)	L_{RP} (km)	Z_{us} (m)	Z_{DS} (m)	I_{RP} (m/m)	t_c (h)
Poyo-SC1	37,8	11,7	930	365	0,048	3,5
Poyo-IC2	15,7	9,7	550	215	0,034	3,2
Poyo-SC3	20,0	14,7	830	215	0,042	4,2
Gayo-SC1	18,5	12,4	850	385	0,037	3,8
Gayo-IC2	33,2	14,0	700	215	0,035	4,2
Poyo-IC4	1,7	2,7	240	190	0,018	1,4
Poyo-SC5	8,6	6,6	300	190	0,017	2,7
Poyo-SC6	13,0	7,9	330	190	0,018	3,1
Poyo-IC7	11,1	7,7	235	135	0,013	3,2
Canaleja-SC1	5,9	4,9	390	230	0,033	1,9
Canaleja-IC2	16,1	8,3	280	135	0,017	3,2
Poyo-IC8	4,5	3,5	145	125	0,006	2,1
Poyo-IC9	5,1	4,7	125	85	0,008	2,4
Gallego-SC1	13,7	5,8	390	230	0,027	2,3
Gallego-IC2	14,1	9,1	320	160	0,018	3,5
Gallego-IC3	12,0	8,5	200	95	0,012	3,5
Gallego-SC4	7,9	4,7	300	170	0,027	1,9
Gallego-IC5	15,2	8,7	215	95	0,014	3,5
Gallego-IC6	2,7	2,6	95	85	0,004	1,8
Poyo-IC10	4,7	3,6	90	70	0,006	2,1
Poyo-IC11	3,7	4,6	75	40	0,008	2,4
Horteta-SC1	33,5	11,4	330	125	0,018	4,1
Horteta-IC2	6,9	4,0	250	105	0,036	1,6
Horteta-IC3	5,6	5,9	160	0	0,027	2,3
Los Giles-SC1	6,9	4,0	225	120	0,026	1,7
Los Giles-IC2	5,9	6,5	200	70	0,020	2,6
Horteta-IC4	5,0	5,4	170	50	0,022	2,2
Les Canyes-SC1	4,1	3,2	200	100	0,031	1,4
Les Canyes-IC2	8,1	4,8	125	50	0,016	2,2
S. Domingo-SC1	8,4	5,1	290	80	0,041	1,9
S. Domingo-IC2	4,8	4,8	85	50	0,007	2,5
Horteta-IC5	2,8	3,5	120	40	0,023	1,6

Tabla 2. Características hidromorfométricas de las subcuencas del sistema.

De las 32 subcuencas del esquema pseudodistribuido adoptado, 12 son de cabecera y 20 son intercuencas (o cuencas intermedias); en éstas debe considerarse el correspondiente tramo de propagación para la simulación del tránsito de la onda de crecida en la red fluvial. La figura 11 ilustra los tramos de propagación en el esquema hidrológico adoptado.

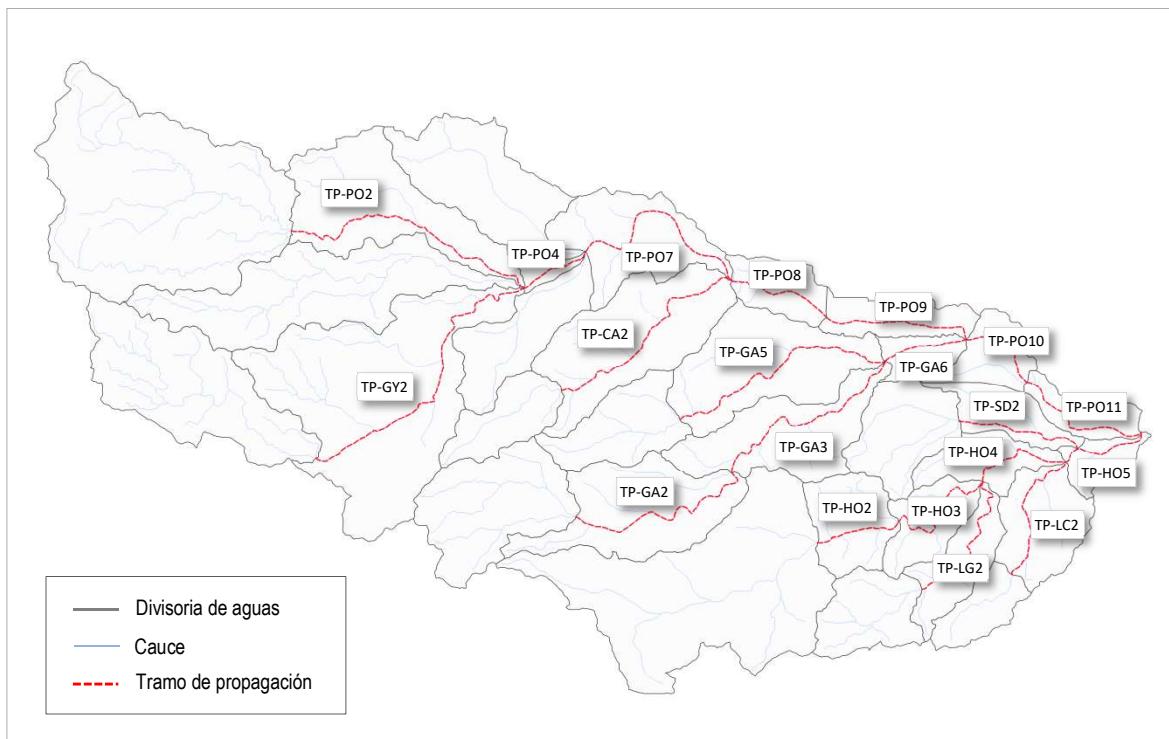


Figura 11. Tramos de propagación en la cuenca.

Dado que, como ya se ha justificado en el apartado 2.1.1 del informe, en el modelo lluvia-escorrentía la propagación de la escorrentía en los cauces de la cuenca se simula mediante un modelo simple de desfase temporal, el único parámetro necesario para los tramos de propagación será su longitud, representada en la siguiente tabla mediante “L”.

Tramo	Intercuenca	L (m)	Tramo	Intercuenca	L (m)
TP-PO2	Poyo-IC2	8669,9	TP-GA6	Gallego-IC6	2647,6
TP-GY2	Gayo-IC2	9993,4	TP-PO10	Poyo-IC10	2871,2
TP-PO4	Poyo-IC4	2312,0	TP-PO11	Poyo-IC11	4381,4
TP-PO7	Poyo-IC7	6624,1	TP-HO2	Horteta-IC2	2732,0
TP-CA2	Canaleja-IC2	7137,6	TP-HO3	Horteta-IC3	5040,1
TP-PO8	Poyo-IC8	3326,6	TP-LG2	Los Giles-IC2	4944,1
TP-PO9	Poyo-IC9	4734,6	TP-HO4	Horteta-IC4	3219,5
TP-GA2	Gallego-IC2	6535,8	TP-LC2	Les Canyes-IC2	4583,6
TP-GA3	Gallego-IC3	6846,0	TP-SD2	S. Domingo-IC2	4013,2
TP-GA5	Gallego-IC5	7676,3	TP-HO5	Horteta-IC5	2947,7

Tabla 3. Longitudes de los tramos de propagación del sistema.

En cuanto a la producción de escorrentía, como ya se ha indicado en el apartado 2.1.1, el modelo empleado ha sido el del USDA Soil Conservation Service, que puede operarse con un sólo parámetro,

el umbral de escorrentía. Éste depende de cuatro factores, tres de los cuales son parámetros de la cuenca que engloban buena parte de sus características geomorfológicas (tipo de suelo según su capacidad drenante, cubierta del suelo y pendiente del terreno) y uno adicional que es una variable (las condiciones previas de humedad del complejo suelo-vegetación).

La relación entre el umbral de escorrentía y las tres primeras variables es tabular; dando lugar al umbral para condiciones de humedad antecedente medias, cuyo valor debe modificarse en función de dicha variable; para ello, el Soil Conservation Service define tres estados condiciones de humedad antecedente (secas, medias y húmedas) en función de la precipitación total de los cinco días anteriores, que determinan los valores del factor corrector del umbral obtenido previamente.

Para la estimación del umbral de escorrentía se han adoptado inicialmente los valores obtenidos por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX para condiciones de humedad antecedente medias (cobertura formato raster con resolución 500x500m² para todo el territorio nacional), que posteriormente han sido modificados en la fase de calibración del modelo. La figura 12 muestra la cobertura del CEDEX recortada a la cuenca.

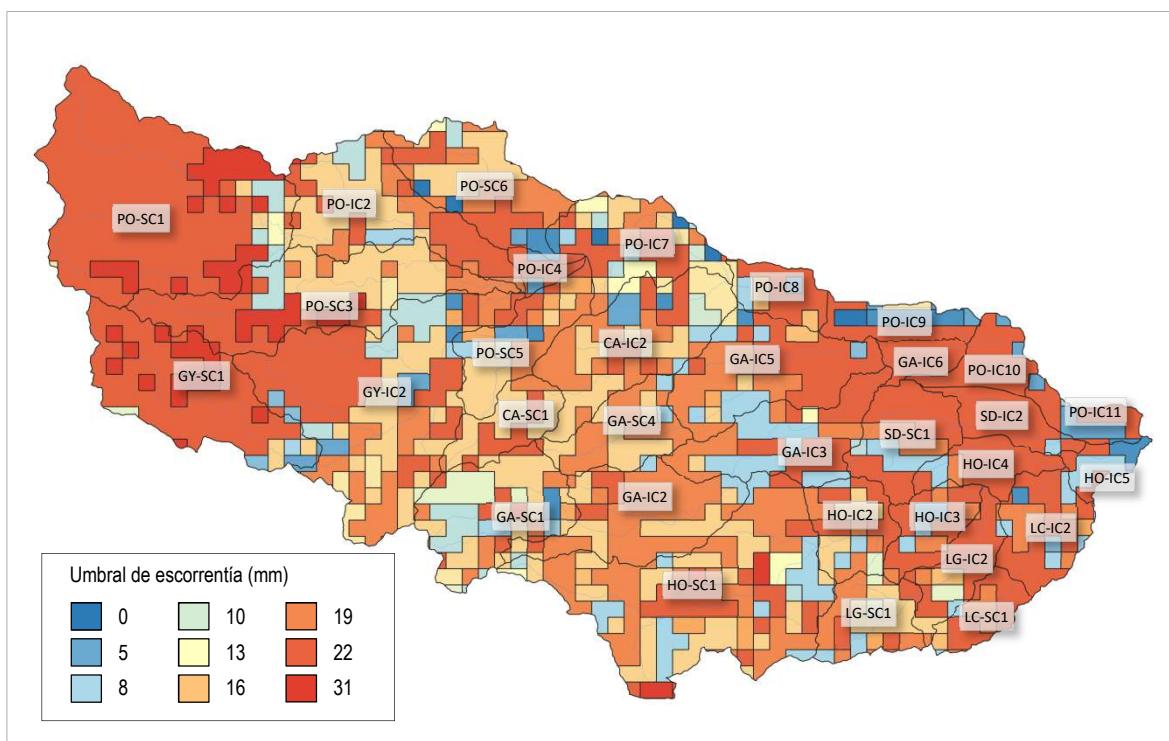


Figura 12. Umbral de escorrentía para condiciones medias de humedad antecedente en la cuenca.

El valor medio de umbral de escorrentía asignado a cada subcuenca del sistema se ha obtenido automáticamente por promediación areal de los valores del umbral correspondientes a cada celda contenida en dicha subcuenca. Los resultados se exponen en la tabla 4 (en la que P_0 es el umbral de escorrentía promedio).

Subcuenca	P_0 (mm)	Subcuenca	P_0 (mm)
Poyo-SC1	22,7	Gallego-SC4	16,8
Poyo-IC2	17,3	Gallego-IC5	18,0
Poyo-SC3	19,4	Gallego-IC6	22,0
Gayo-SC1	22,5	Poyo-IC10	20,9
Gayo-IC2	17,3	Poyo-IC11	14,8
Poyo-IC4	17,8	Horteta-SC1	17,0
Poyo-SC5	15,6	Horteta-IC2	17,5
Poyo-SC6	16,5	Horteta-IC3	18,5
Poyo-IC7	15,6	Los Giles-SC1	16,9
Canaleja-SC1	17,6	Los Giles-IC2	19,3
Canaleja-IC2	16,0	Horteta-IC4	20,2
Poyo-IC8	18,2	Les Canyes-SC1	20,3
Poyo-IC9	12,4	Les Canyes-IC2	18,5
Gallego-SC1	14,2	S. Domingo-SC1	19,2
Gallego-IC2	17,7	S. Domingo-IC2	21,2
Gallego-IC3	16,3	Horteta-IC5	11,1

Tabla 4. Umbrales de escorrentía para condiciones medias de humedad antecedente.

2.3.3.- Caracterización espacial de la precipitación

Partiendo de los registros de las 7 estaciones seleccionadas (véase tabla 1) y adoptando como áreas de influencia de las mismas los círculos de radio 4 km concéntricos con su localización (como ya se ha justificado en el apartado 2.2), el esquema de interpolación espacial adoptado para caracterizar el hietograma correspondiente a cada subcuenca del sistema ha seguido los siguientes criterios:

- i) Si el centroide de la subcuenca se localiza dentro del área de influencia de una estación y al menos el 70% de la extensión de la subcuenca queda dentro de la misma, el hietograma asignado a la subcuenca es el de la estación.

- ii) En caso contrario, el hietograma de la subcuenca se obtiene por interpolación de los hietogramas de las 3 estaciones más próximas al centroide de la subcuenca ponderando sus pesos mediante el inverso de las distancias al centroide elevadas al cubo.

Con estas premisas, se han identificado 8 subcuencas afectadas por el área de influencia de una única estación, que suponen un 30% de la extensión del sistema; son las siguientes: Gayo-IC2 y Canaleja-SC1 (estación de Chiva), Poyo-IC8, Poyo-IC9 Gallego-IC5 y Gallego-IC6 (estación de Rambla del Poyo), Horteta-SC1 (estación de Turís) y Les Canyes-IC2 (estación de Picassent).

En la figura 13 se muestran dichas subcuencas con fondo amarillo, así como los centroides de todas las subcuencas del sistema, las estaciones seleccionadas y sus áreas de influencia.

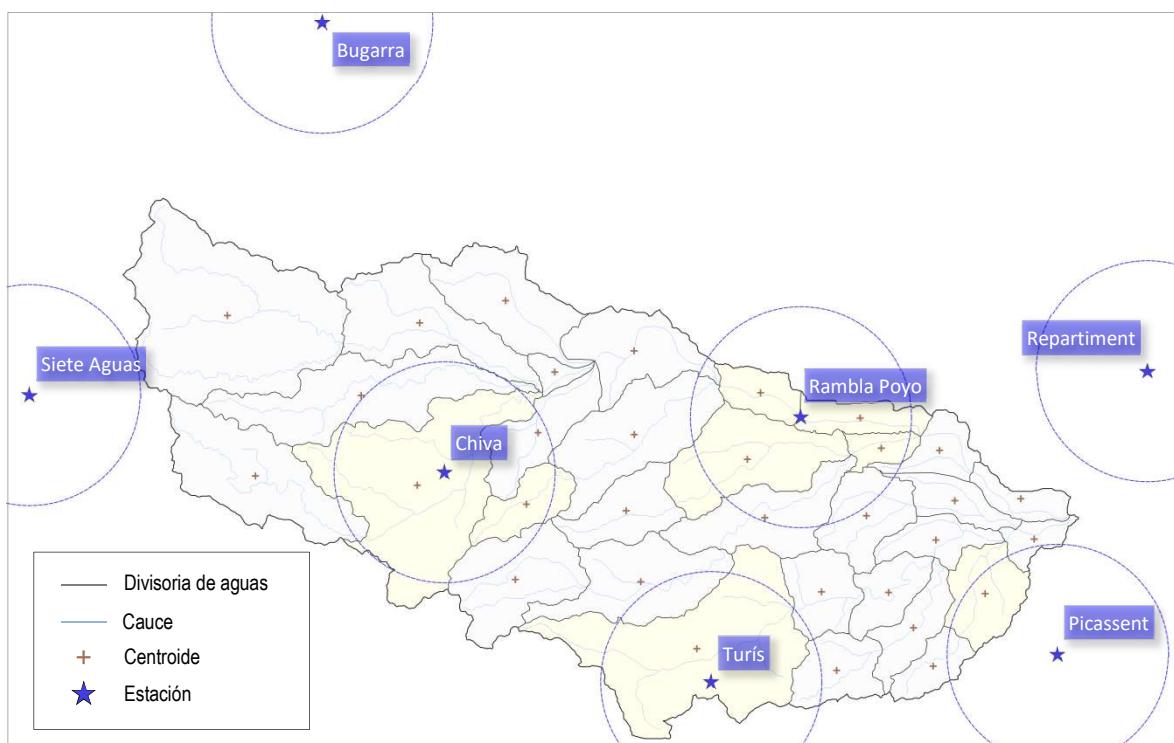


Figura 13. Subcuencas del sistema, estaciones pluviométricas empleadas y áreas de influencia.

La tabla 5 resume los resultados del esquema de interpolación adoptado, indicando para cada subcuenca los pesos asignados a cada estación y la altura de precipitación acumulada del hietograma resultante. En la tabla, P es el acumulado de precipitación y las estaciones se codifican como SA (Siete Aguas), BU (Bugarra), CH (Chiva), TU (Turís), RP (Rambla del Poyo), PI (Picassent) y AR (Azud de Repartiment).

Subcuenca	SA	BU	CH	TU	RP	PI	AR	P (mm)
Poyo-SC1	0.545	0.182	0.273					400.0
Poyo-IC2	0.048	0.096	0.856					557.1
Poyo-SC3	0.037	0.026	0.937					586.6
Gayo-SC1	0.309	0.044	0.647					511.7
Gayo-IC2			1.000					605.8
Poyo-IC4			0.780	0.068	0.153			557.6
Poyo-SC5			0.918	0.036	0.046			594.0
Poyo-SC6		0.121	0.743		0.137			506.5
Poyo-IC7			0.316	0.100	0.584			395.2
Canaleja-SC1			1.000					605.8
Canaleja-IC2			0.360	0.169	0.471			450.7
Poyo-IC8					1.000			217.2
Poyo-IC9					1.000			217.2
Gallego-SC1			0.795	0.163	0.042			616.5
Gallego-IC2			0.105	0.810	0.085			706.4
Gallego-IC3				0.256	0.711	0.033		352.5
Gallego-SC4			0.356	0.390	0.254			571.4
Gallego-IC5					1.000			217.2
Gallego-IC6					1.000			217.2
Poyo-IC10					0.691	0.141	0.169	153.9
Poyo-IC11					0.166	0.487	0.346	47.5
Horteta-SC1				1.000				770.6
Horteta-IC2				0.632	0.259	0.109		545.3
Horteta-IC3				0.316	0.290	0.394		313.2
Los Giles-SC1				0.767	0.087	0.146		612.6
Los Giles-IC2				0.225	0.139	0.636		214.5
Horteta-IC4					0.389	0.492	0.119	94.1
Les Canyes-SC1				0.137	0.066	0.797		133.8
Les Canyes-IC2						1.000		17.6
S. Domingo-SC1				0.128	0.769	0.103		267.5
S. Domingo-IC2					0.456	0.361	0.183	106.8
Horteta-IC5					0.074	0.769	0.157	30.8

Tabla 5. Pesos de las estaciones y acumulado de precipitación de las subcuenca del sistema.

2.4.- MODELACIÓN LLUVIA-ESCORRENTÍA

Para abordar la modelación pseudodistribuida de la transformación lluvia-escorrentía se ha empleado el software de libre distribución HEC-HMS (versión 4.12), desarrollado por el U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center.

En los siguientes apartados se presenta el esquema conceptual del sistema hidrológico adoptado, los fundamentos teóricos y la parametrización de los modelos empleados para simular las distintas fases del proceso lluvia-escorrentía, el proceso de calibración del modelo y, finalmente, los resultados obtenidos.

2.4.1.- Conceptualización del sistema hidrológico

Como ya se ha visto en el apartado 2.3.1, la cuenca de estudio se ha desagregado en 32 subcuenca, 12 de ellas de cabecera y 20 intercuenca. En el modelo HEC-HMS, este sistema hidrológico se ha conceptualizado mediante los siguientes elementos conceptuales: 32 subcuenca, 20 tramos de propagación, 20 nodos de confluencia de flujo y 1 nodo sumidero o desagüe, la confluencia de la rambla de Horteta con el curso principal de la rambla del Poyo. Todo ello en la figura 14.

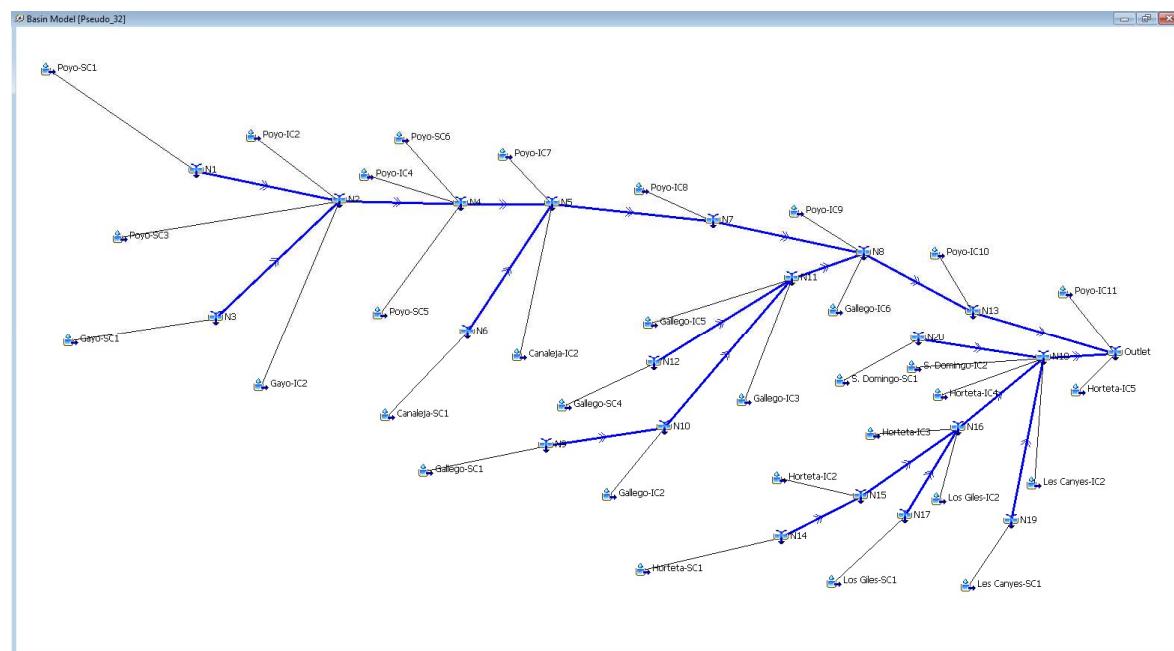


Figura 14. Conceptualización del sistema hidrológico en HEC-HMS.

2.4.2.- Modelos de simulación y parámetros

En las páginas siguientes se presentan los fundamentos teóricos de los modelos utilizados en HEC-HMS para simular las distintas fases del proceso lluvia-escorrentía en la cuenca. Han sido los siguientes:

- i) Producción de escorrentía: Soil Conservation Service.
- ii) Transformación lluvia neta-escorrentía: HU adimensional del Soil Conservation Service.
- iii) Propagación en cauces: Muskingum-Cunge.

Modelo de producción

El modelo de producción de escorrentía superficial empleado ha sido el del *Soil Conservation Service* (1972). El modelo asume la existencia de un umbral por debajo del cual las precipitaciones no provocan escorrentía; una vez rebasado este umbral, comienza el encarcamiento y la escorrentía en superficie. A partir de este instante, la relación entre la parte de precipitación que escurre en superficie y la que se infiltra a través de la superficie del terreno se evalúa mediante la siguiente expresión:

$$\frac{F}{S} = \frac{E}{P - P_0}$$

donde:

F = infiltración acumulada desde que comienza el encarcamiento en superficie

S = máxima infiltración acumulada posible

E = escorrentía acumulada

P = precipitación acumulada

P_0 = umbral de escorrentía, en mm.

Por continuidad, la precipitación acumulada en cada instante es:

$$P = P_0 + E + F$$

Sustituyendo esta última ecuación en la anterior, y despejando E , la escorrentía acumulada en cada instante resulta:

$$E = \frac{(P - P_0)^2}{P - P_0 + S}$$

Fruto de numerosas experimentaciones, el SCS propone una relación de 0,2 entre P_0 y S , por lo que, asumiendo dicha relación, el modelo puede operarse con un solo parámetro; según se exprese en función de P_0 o de S :

$$E = \frac{(P - P_0)^2}{P + 4 \cdot P_0} = \frac{(P - 0,2 \cdot S)^2}{P + 0,8 \cdot S}$$

Es decir, la función de escorrentía acumulada en superficie resulta (en términos de P_0):

$$E = 0 \quad \text{si } P \leq P_0$$

$$E = \frac{(P - P_0)^2}{P + 4 \cdot P_0} \quad \text{si } P > P_0$$

La formulación original del SCS fue desarrollada a partir de un parámetro distinto, el número de curva (CN), número entero que varía entre 0 y 100; este parámetro presenta la ventaja, frente al umbral de escorrentía, de ser adimensional. Sin embargo, el concepto de umbral de escorrentía es más intuitivo. En cualquier caso, ambos parámetros están biunívocamente relacionados mediante la siguiente ecuación (si P_0 se expresa en mm):

$$CN = \frac{5080}{P_0 + 50,8}$$

En cuanto a la parametrización, el modelo requiere la abstracción inicial (o umbral de escorrentía, cuyos valores en las subcuenca del sistema para condiciones medias de humedad antecedente se recogen en la tabla 4), el número de curva (obtenido a partir del umbral de escorrentía según la ecuación precedente) y el porcentaje de extensión impermeable en cada subcuenca (en este caso, en todas ellas nulo pues la cobertura del CEDEX ya incluye celdas con valor de umbral de escorrentía igual a 0 mm).

Modelo de transformación lluvia neta-escorrentía

El proceso de transformación lluvia neta-escorrentía en todas las subcuenca ha sido modelado en términos de la teoría lineal de los sistemas hidrológicos, empleando hidrogramas unitarios para representar la respuesta hidrológica frente a una lluvia neta de volumen unitario (altura 1 mm) y

duración 5 minutos. La elección de esta duración característica del intervalo para la definición del hidrograma unitario viene condicionada por el paso temporal de cálculo empleado en la simulación, que es de 5 minutos, por los motivos que más adelante se exponen.

Así, la cuenca es considerada como un sistema lineal transformador de *inputs* de lluvia neta (hietogramas) en *outputs* de caudales (hidrogramas), de manera que el hidrograma $Q(t)$ producido por transformación de lluvia neta $e(t)$ es calculado por medio de la convolución matemática:

$$Q(t) = A \cdot \int_0^t e(t) \cdot \delta(t - x) \cdot dx$$

Existen diversos métodos para la deducción del hidrograma unitario de una cuenca, entre los que se encuentran los sintéticos, un conjunto de hidrogramas obtenidos a partir de características hidromorfométricas de la cuenca. De ellos, se ha empleado el HU adimensional del *Soil Conservation Service* (1972; 1985), del que a continuación se exponen sus fundamentos.

Tras analizar numerosos HU de cuencas rurales de reducido tamaño y obtener valores medios, el SCS obtuvo en 1972 un HU con forma predefinida y escala adimensional basado en dos parámetros: el tiempo al pico y el caudal pico. En el HU adimensional tanto el caudal como el tiempo se expresan como cociente de dichos parámetros, respectivamente; es decir, representa gráficamente en ordenadas la relación $\delta_{\Delta t}(t)/Q_p$ y en abscisas la relación t/t_p . Este hidrograma puede ser utilizado para completar el dibujo del HU correspondiente a una lluvia de duración D horas una vez determinados los dos parámetros que lo caracterizan.

El tiempo de desfase al pico, en horas, propuesto por el SCS en su formulación original, es:

$$t_{dp} = \frac{1}{31,4} \cdot L^{0,8} \cdot \frac{[(1000/CN) - 9]^{0,7}}{J^{1/4}}$$

siendo:

L = longitud del curso principal de la cuenca, en km.

J = pendiente media del curso principal de la cuenca, adimensional.

CN = número de curva del SCS.

Estudios posteriores recomiendan estimar el desfase al pico en función del tiempo de concentración de la cuenca, en un rango habitualmente comprendido entre como $0,3 \cdot t_c$ y $0,6 \cdot t_c$; obteniéndose un HU que reproduce una respuesta respectivamente más o menos rápida y brusca en la cuenca.

El tiempo al pico puede expresarse a partir del desfase al pico y la duración de la lluvia neta (Δt):

$$t_p = \frac{\Delta t}{2} + t_{dp}$$

Y el caudal al pico en función de un factor de caudal pico (*PRF*), el área de la cuenca (*A*) y el tiempo de desfase al pico (t_{dp}):

$$Q_p = \frac{PRF \cdot A}{t_{dp}}$$

Determinados t_p y Q_p , el HU puede entonces obtenerse a partir de la forma adimensional mediante multiplicación. La forma adimensional estándar del SCS se corresponde con un *PRF* de aproximadamente 484; sin embargo, diversos estudios han probado que el factor *PRF* tiene un rango de variabilidad que oscila entre valores de aproximadamente 600 en terrenos escarpados y 100 en zonas llanas, dando lugar respectivamente a formas en el HU con mayor o menor concentración de masa entorno al máximo y, por tanto, respuestas más o menores.

En definitiva, en cuanto a la parametrización, conocida el área de la cuenca y prefijada la resolución temporal de la simulación (que se corresponde con Δt en la formulación del modelo), el software requiere dos parámetros, el tiempo de desfase a la punta (t_{dp}) y el factor de ratio al pico (*PRF*). Aunque ambos se encuentran acotados, son parámetros a los que el modelo suele presentar una notable sensibilidad, por lo que son susceptibles de calibración. Como valores iniciales se han adoptado los siguientes: para el tiempo de desfase a la punta el 50% del tiempo de concentración (cuyos valores para cada subcuenca se recogen en la tabla 2) y para el factor de ratio al pico el valor estándar del SCS en todas las subcuenca del sistema.

Modelo de propagación en cauces

Para modelar la propagación del hidrograma de crecida a través de la red fluvial en las intercuenca del sistema, como ya se indicó en el apartado 2.1.1, dado que, por las características hidráulico-geométricas de la red no cabe esperar efectos de atenuación de la onda en el tránsito, se ha empleado

un modelo simple de desfase temporal. Con este modelo los flujos no se atenúan, por lo que el hidrograma de salida del tramo de propagación es idéntico al de entrada pero con todas las ordenadas desplazadas (desfasadas) en el tiempo una duración específica. Matemáticamente:

$$O_t = \begin{cases} I_t & \text{si } t < lag \\ I_{t+lag} & \text{si } t \geq lag \end{cases}$$

donde:

O_t = ordenada del hidrograma de salida en el instante de tiempo t

I_t = ordenada del hidrograma de entrada en el instante de tiempo t

lag = duración de tiempo que deben retrasarse las ordenadas del hidrograma de entrada.

Por tanto, el único parámetro requerido es el tiempo de desfase (lag), que puede aproximarse a partir de la longitud del tramo de propagación (que recoge la tabla 3) y una velocidad media del flujo (para la que se ha asumido un valor de 5 m/s en todos los tramos del sistema).

2.4.3.- Calibración del modelo

El modelo ha sido calibrado con el registro 5-minutal del día 29/octubre/2024 de la estación de aforo 0004 «MC Rambla Poyo N-III» de la red SAIH-CHJ, localizada en el desagüe de la intercuenca Poyo-IC8 en el esquema adoptado (véase la figura 10). La estación se mantuvo operativa hasta las 18:55 horas, momento en el que el sensor dejó de registrar datos debido a los daños ocasionados por la crecida. La figura 15 ilustra el hidrograma en el aforo. El caudal permaneció nulo hasta el entorno de las 11:00 horas, momento a partir del cual se registró una brusca crecida con una punta de 264 m³/s a las 11:40 horas. Posteriormente, tras una recesión que alcanzó el mínimo en el entorno de las 16:00 horas, a partir de las 17:00 horas se registró una segunda crecida, también de efecto pared, que alcanzaba los 2283 m³/s a las 18:55 horas.

Es importante subrayar que todo indica que este último registro no se correspondió con la punta de la crecida, lo cual indudablemente limita el potencial del proceso de calibración de cara a la reducción de la incertidumbre del modelo. En efecto, la primera derivada del hidrograma (aproximada en la figura 16 mediante el incremental de caudal) alcanza el valor máximo en ese último registro, lo que hace altamente improbable la posterior inmediatez de descensos en los valores del hidrograma.

El registro pluviográfico también apunta en la misma dirección. Considerando las tres estaciones con más peso en las subcuencas aguas arriba del aforo, los acumulados de precipitación del día 29 posteriores a las 18:55 horas fueron muy significativos: 146 mm en Siete Aguas, 61,6 mm en Bugarra y 236,9 mm en Chiva (que, en porcentaje respecto de sus acumulados diarios, suponen el 41, 28 y 39%, respectivamente). En adición, atendiendo a las puntas de intensidad, dos de ellas registraron el valor máximo del día con posterioridad a las 18:55 horas (Siete Aguas a las 21:15 horas y Bugarra a las 19:15 horas), mientras que en Chiva se registraba la segunda punta diaria más alta a las 19:45 horas.

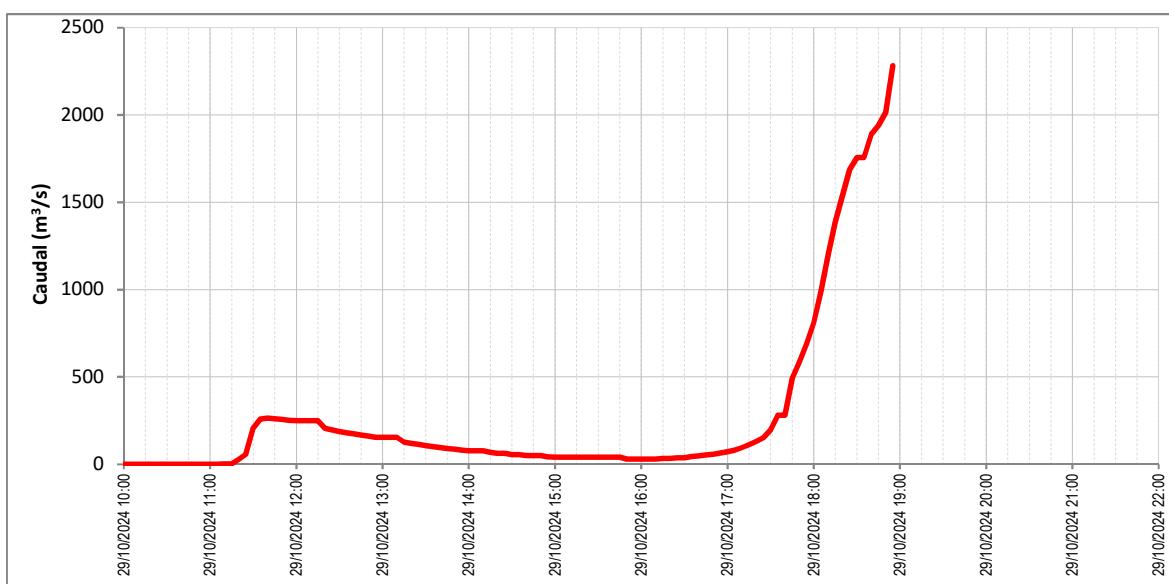


Figura 15. Hidrograma en el aforo en la rambla del Poyo el 29/octubre/2024.

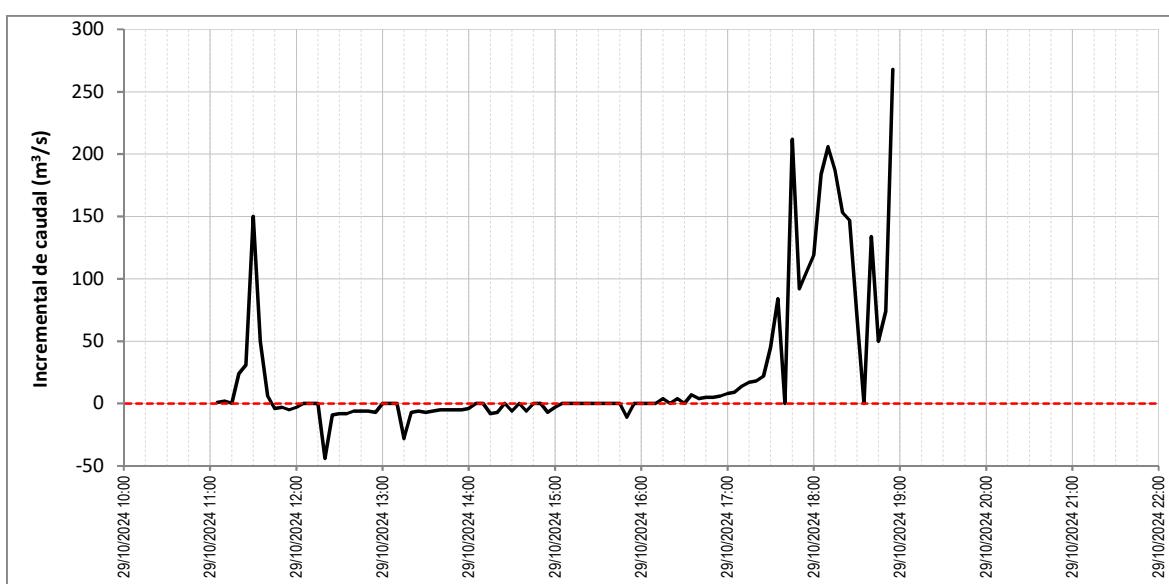


Figura 16. Aproximación a la derivada del hidrograma en el aforo en la rambla del Poyo el 29/octubre/2024.

La simulación con los valores iniciales de los parámetros (detallados en el apartado 2.4.2) arroja un resultado francamente mejorable que, no obstante, resulta muy clarificador para guiar el proceso de calibración (tanto los parámetros objetivo como el sentido en que deben modificarse). En el hidrograma simulado, la punta de la primera crecida tiene lugar con tan sólo 5 minutos de retraso pero su valor es de $629,8 \text{ m}^3/\text{s}$ (más del doble que la registrada, $264 \text{ m}^3/\text{s}$), y el caudal de $2283 \text{ m}^3/\text{s}$ se alcanza aproximadamente a las 19:30 horas (con 35 minutos de retraso respecto del registro); en cuanto al volumen del hidrograma hasta las 18:55 horas, el simulado resulta de $15,298 \text{ hm}^3$ (excesivo frente a los $8,855 \text{ hm}^3$ observados). Todo ello indica la necesidad de que:

- i) El modelo produzca menos escorrentía superficial (controlada por el parámetro umbral de escorrentía, cuyos valores deberán incrementarse).
- ii) La respuesta sea sensiblemente más rápida en la fase más intensa del evento (para lo cual deberán modificarse prioritariamente los parámetros del modelo de transformación lluvia-escorrentía, disminuyendo el tiempo de desfase y/o incrementando el factor de caudal pico en el HU del SCS).

Con estas premisas, y tras un proceso de calibración manual por prueba y error, el modelo alcanza unos resultados suficientemente satisfactorios con las siguientes modificaciones en los parámetros objetivo:

- i) Para la producción a nivel de subcuenca, umbrales de escorrentía incrementados con un factor igual a 2,3 (correspondiente al propuesto por el SCS para condiciones secas de humedad antecedente).
- ii) En cuanto a la propagación a nivel de subcuenca, tiempos de desfase a la punta iguales al 30% de los tiempos de concentración (el umbral mínimo del rango habitual) y factores de caudal pico incrementados a 550.
- iii) Respecto de la propagación a nivel de la red fluvial, se mantienen los valores iniciales del tiempo de desfase o lag.

Los valores de los parámetros modificados en la tabla 6 (en la que P_0 es el umbral de escorrentía, t_{dp} el tiempo de desfase a la punta y PRF el factor de caudal pico). En la figura 17 el hidrograma del modelo calibrado frente al registrado en el aforo.

Subcuenca	P_0 (mm)	t_{dp} (min)	PRF	Subcuenca	P_0 (mm)	t_{dp} (min)	PRF
Poyo-SC1	52,1	62,3	550	Gallego-SC4	38,5	34,9	550
Poyo-IC2	39,7	57,8	550	Gallego-IC5	41,4	62,8	550
Poyo-SC3	44,6	76,1	550	Gallego-IC6	50,6	32,7	550
Gayo-SC1	51,7	68,5	550	Poyo-IC10	48,0	38,0	550
Gayo-IC2	39,7	75,9	550	Poyo-IC11	34,0	43,1	550
Poyo-IC4	40,9	24,6	550	Horteta-SC1	39,2	73,7	550
Poyo-SC5	35,9	49,2	550	Horteta-IC2	40,2	29,2	550
Poyo-SC6	37,9	56,0	550	Horteta-IC3	42,6	41,2	550
Poyo-IC7	35,9	58,1	550	Los Giles-SC1	38,9	30,9	550
Canaleja-SC1	40,5	34,7	550	Los Giles-IC2	44,4	46,9	550
Canaleja-IC2	36,8	58,3	550	Horteta-IC4	46,6	39,9	550
Poyo-IC8	41,8	37,5	550	Les Canyes-SC1	46,6	25,6	550
Poyo-IC9	28,5	43,6	550	Les Canyes-IC2	42,6	39,0	550
Gallego-SC1	32,7	40,9	550	S. Domingo-SC1	44,1	33,9	550
Gallego-IC2	40,7	62,2	550	S. Domingo-IC2	48,7	44,9	550
Gallego-IC3	37,6	63,4	550	Horteta-IC5	25,5	28,5	550

Tabla 6. Parámetros finales modificados por calibración en las subcuenca del sistema.

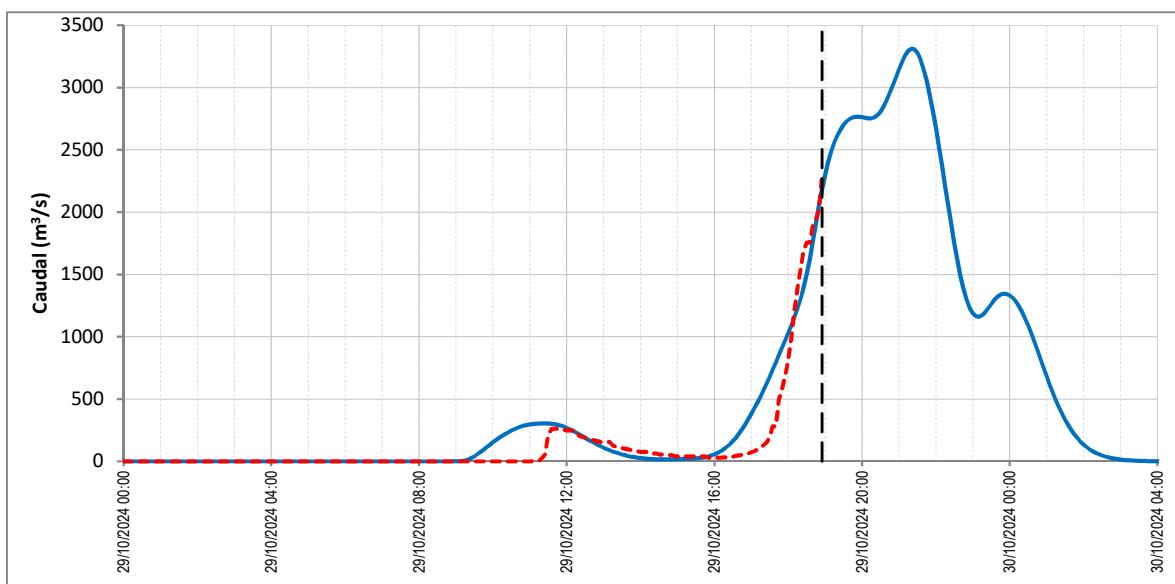


Figura 17. Hidrograma registrado en el aforo y simulado tras calibración del modelo.

El modelo calibrado mejora notablemente la simulación inicial, alcanzando un resultado que puede considerarse más que satisfactorio, siempre teniendo en cuenta la enorme dificultad de reproducir el efecto pared de las ramas de ascenso de las dos crecidas (que queda reflejada fundamentalmente

en el exceso en volumen, no obstante aceptable, del 30% sobre el observado). En cuanto a la punta de la primera crecida, el modelo se adelanta en tan sólo 15 minutos con un valor de 305,1 m³/s (apenas un 15% superior a la observada). Finalmente, el desfase temporal del modelo calibrado en el valor registrado de 2283 m³/s a las 18:55 horas es nulo.

2.4.4.- Resultados del modelo

A continuación, se presentan de forma sintética los resultados obtenidos. Los listados numéricos de los hidrogramas en todos los elementos del esquema hidrológico adoptado para la cuenca (subcuencas, tramos de propagación y nodos) pueden consultarse en el Anejo 1 del documento.

Los resultados se ofrecen desagregados en los dos sistemas principales que conforman la cuenca: el sistema Rbla. Poyo, a su vez desagregado en los subsistemas Rbla. Poyo, Bco. Gayo, Bco. La Canaleja y Bco. Gallego (figura 18), y el sistema Bco. Horteta, desagregado también en los subsistemas Bco. Horteta, Bco. Los Giles, Bco. Les Canyes y Bco. Sto. Domingo (figura 19).

Sistema de la Rambla del Poyo

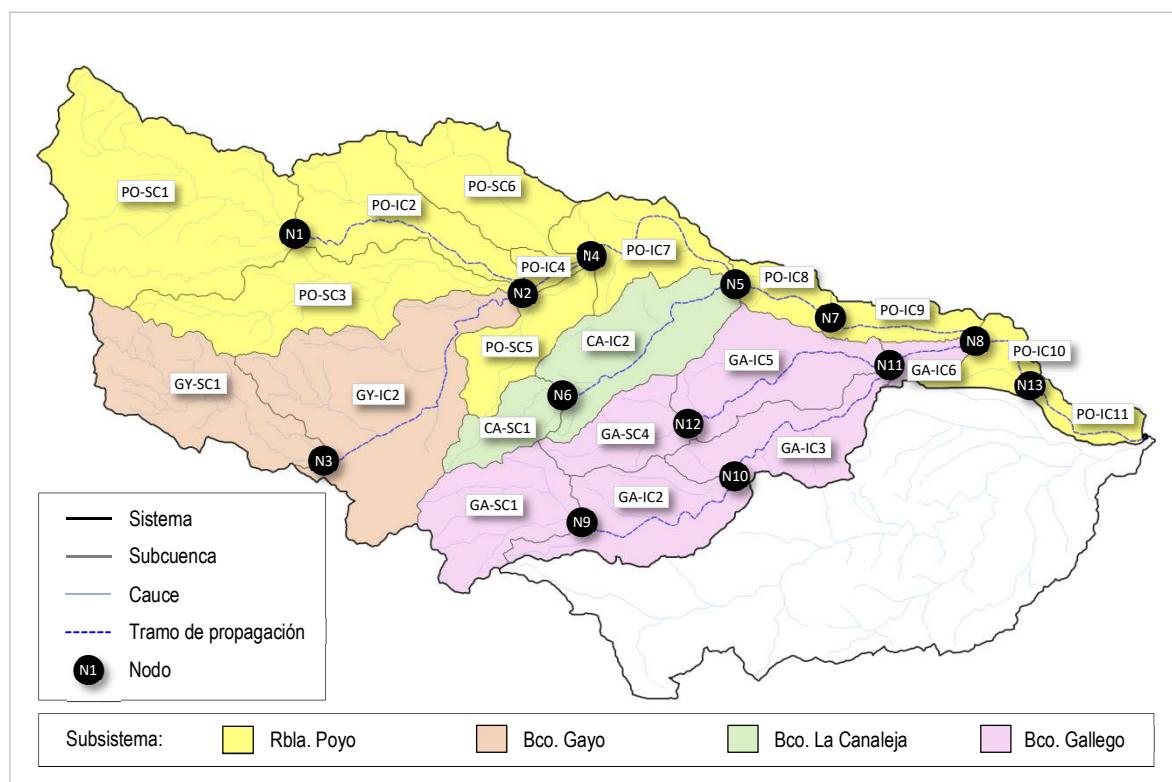


Figura 18. Sistema Rbla. Poyo: esquema conceptual.

Elemento hidrológico	Q _p (m ³ /s)	t _p (hh:mm)	V (hm ³)	Nodo/ Subsistema	Q _p (m ³ /s)	t _p (hh:mm)	V (hm ³)
Poyo-SC1	393,7	20:55	7,513	N1	393,7	20:55	7,513
TP-PO2	393,7	21:20	7,513				
Poyo-IC2	407,6	20:45	5,868				
Poyo-SC3	502,2	21:00	7,676				
Subsist. Gayo	1201,7	21:05	19,363	N2	2452,1	21:00	40,420
TP-PO4	2448,7	21:05	40,421				
Poyo-IC4	52,2	18:15	0,629				
Poyo-SC5	250,5	20:40	3,631				
Poyo-SC6	295,7	20:45	4,332	N4	2929,1	21:00	49,012
TP-PO7	2928,2	21:20	49,012				
Poyo-IC7	223,1	18:55	2,661				
Subsist. Canaleja	538,0	18:50	7,507	N5	3315,0	21:10	59,180
TP-PO8	3312,1	21:20	59,181				
Poyo-IC8	70,5	18:35	0,360	N7	3312,1	21:20	59,541
TP-PO9	3312,1	21:35	59,541				
Poyo-IC9	96,0	18:40	0,548				
Subsist. Gallego	1485,3	19:15	20,299	N8	4107,2	19:50	80,388
TP-PO10	4106,5	20:00	80,388				
Poyo-IC10	30,4	18:40	0,152	N13	4109,0	20:00	80,540
TP-PO11	4107,9	20:15	80,540	Sistema			
Poyo-IC11	0,6	19:15	0,004	Poyo	4108,0	20:15	80,543

Tabla 7. Sistema Rbla. Poyo: parámetros característicos de los hidrogramas de crecida.

Elemento hidrológico	Q _p (m ³ /s)	t _p (hh:mm)	V (hm ³)	Nodo/ Subsistema	Q _p (m ³ /s)	t _p (hh:mm)	V (hm ³)
Gayo-SC1	337,9	20:55	5,453	N3	337,9	20:55	5,453
TP-GY2	337,0	21:30	5,453	Subsistema			
Gayo-IC2	902,9	20:55	13,910	Gayo	1201,7	21:05	19,363

Tabla 8. Subsistema Bco. Gayo: parámetros característicos de los hidrogramas de crecida.

Elemento hidrológico	Q _p (m ³ /s)	t _p (hh:mm)	V (hm ³)	Nodo/ Subsistema	Q _p (m ³ /s)	t _p (hh:mm)	V (hm ³)
Canaleja-SC1	192,2	20:25	2,454	N6	192,2	20:25	2,454
TP-CA2	191,9	20:45	2,455	Subsistema			
Canaleja-IC2	382,9	18:55	5,052	La Canaleja	538,0	18:50	7,507

Tabla 9. Subsistema Bco. La Canaleja: parámetros característicos de los hidrogramas de crecida.

Elemento hidrológico	Q_p (m ³ /s)	t_p (hh:mm)	V (hm ³)	Nodo/ Subsistema	Q_p (m ³ /s)	t_p (hh:mm)	V (hm ³)
Gallego-SC1	396,6	20:20	6,250	N9	396,6	20:20	6,250
TP-GA2	396,0	20:40	6,250				
Gallego-IC2	513,6	19:40	7,185	N10	838,4	19:45	13,435
Gallego-SC4	229,6	18:30	3,093	N12	229,6	18:30	3,093
TP-GA3	838,3	20:10	13,435				
Gallego-IC3	240,6	19:10	2,365				
TP-GA5	229,6	18:55	3,093				
Gallego-IC5	187,2	19:05	1,227	N11	1472,3	19:10	20,121
TP-GA6	1469,5	19:20	20,121	Subsistema			
Gallego-IC6	37,7	18:30	0,179	Gallego	1485,3	19:15	20,299

Tabla 10. Subsistema Bco. Gallego: parámetros característicos de los hidrogramas de crecida.

Sistema Bco. Horteta

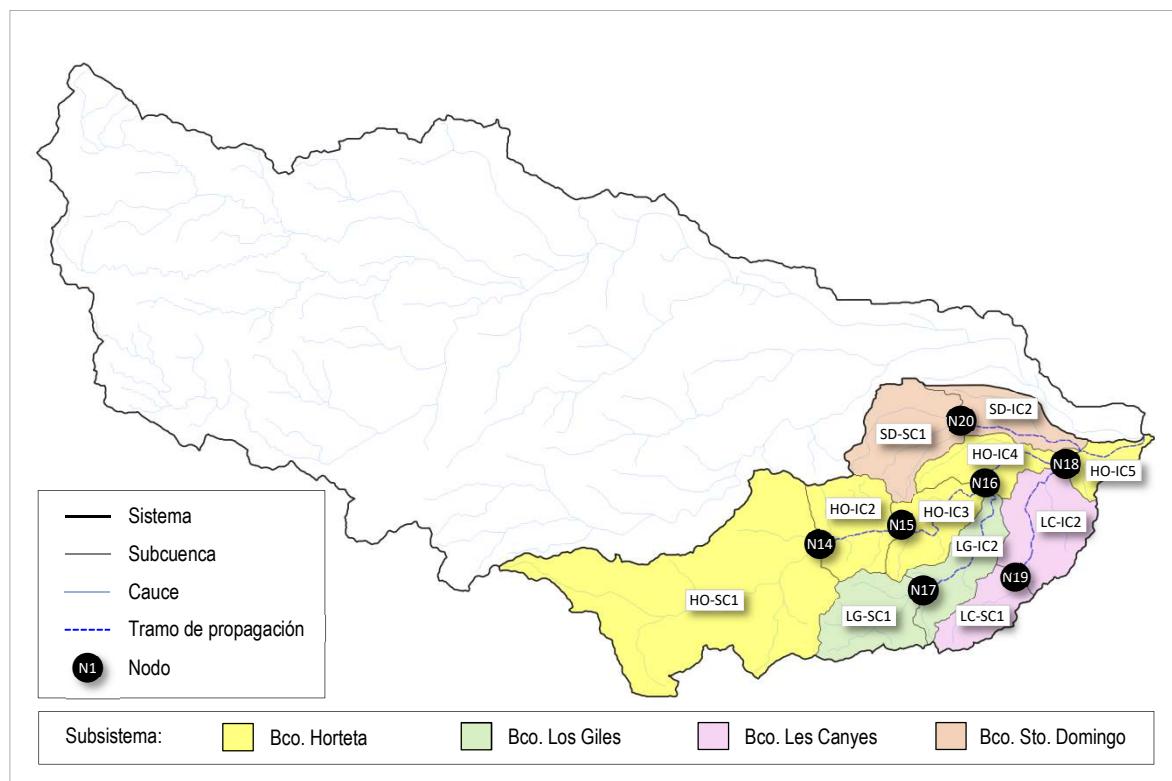


Figura 19. Sistema Bco. Horteta: esquema conceptual.

Elemento hidrológico	Q _p (m ³ /s)	t _p (hh:mm)	V (hm ³)	Nodo/ Subsistema	Q _p (m ³ /s)	t _p (hh:mm)	V (hm ³)
Horteta-SC1	1356,0	19:50	19,333	N14	1356,0	19:50	19,333
TP-HO2	1355,7	20:00	19,333				
Horteta-IC2	213,3	19:15	2,492	N15	1479,7	19:50	21,824
TP-HO3	1478,9	20:05	21,824				
Horteta-IC3	78,1	18:45	0,849				
Subsist. Los Giles	292,2	19:35	3,393	N16	1794,0	19:40	26,067
TP-HO4	1794,0	19:50	26,067				
Horteta-IC4	7,7	18:55	0,040				
Subsist. Les Canyes	12,2	19:30	0,098				
Subsist. Sto.Domingo	153,1	18:45	0,997	N18	1867,4	19:45	27,203
TP-HO5	1866,5	19:55	27,203	Sistema			
Horteta-IC5	0,2	0:15	0,001	Horteta	1866,5	19:55	27,203

Tabla 11. Sistema Bco. Horteta: parámetros característicos de los hidrogramas de crecida.

Elemento hidrológico	Q _p (m ³ /s)	t _p (hh:mm)	V (hm ³)	Nodo/ Subsistema	Q _p (m ³ /s)	t _p (hh:mm)	V (hm ³)
Los Giles-SC1	250,9	19:20	2,958	N17	250,9	19:20	2,958
TP-LG2	250,3	19:35	2,958	Subsistema			
Los Giles-IC2	42,4	19:30	0,436	Los Giles	292,2	19:35	3,393

Tabla 12. Subsistema Bco. Los Giles: parámetros característicos de los hidrogramas de crecida.

Elemento hidrológico	Q _p (m ³ /s)	t _p (hh:mm)	V (hm ³)	Nodo/ Subsistema	Q _p (m ³ /s)	t _p (hh:mm)	V (hm ³)
Les Canyes-SC1	12,2	19:15	0,098	N19	12,2	19:15	0,098
TP-LC2	12,2	19:30	0,098	Subsistema			
Les Canyes-IC2	0,0		0,000	Les Canyes	12,2	19:30	0,098

Tabla 13. Subsistema Bco. Les Canyes: parámetros característicos de los hidrogramas de crecida.

Elemento hidrológico	Q _p (m ³ /s)	t _p (hh:mm)	V (hm ³)	Nodo/ Subsistema	Q _p (m ³ /s)	t _p (hh:mm)	V (hm ³)
Sto. Domingo-SC1	144,0	18:30	0,944	N20	144,0	18:30	0,944
TP-SD2	143,9	18:45	0,944	Subsistema			
Sto. Domingo -IC2	9,9	19:00	0,054	Sto. Domingo	153,1	18:45	0,997

Tabla 14. Subsistema Bco. Sto. Domingo: parámetros característicos de los hidrogramas de crecida.

3.-DAÑOS EN LADERAS Y CAUCES

Las inundaciones generadas tras el paso de la DANA del 29 de octubre de 2024, ocasionaron importantes daños en varias comarcas orientales de la Península Ibérica, que se concentraron especialmente en la Comunidad Valenciana. Al tratarse de un episodio meteorológico tan súbito, la respuesta de los cauces fue extremadamente rápida, generando crecidas con gran energía e importante capacidad destructora.

Como consecuencia, multitud de viviendas fueron gravemente dañadas y muchas de ellas literalmente arrasadas, deteriorando infraestructuras de todo tipo; carreteras, líneas de ferrocarril, canalizaciones, puentes, redes eléctricas y de saneamiento, etc. También se produjeron graves perjuicios a empresas, paralizando la actividad de muchas zonas industriales y comerciales, pero lo peor es que se llevó la vida de 229 personas.

En este escenario de destrucción los barrancos se vieron igualmente afectados, ocasionándose movimientos de laderas, socavación de sus taludes, e importantes zonas de depósitos y erosión. En este apartado, se pretende identificar las principales alteraciones que se produjeron en los cauces principales del Término Municipal de Torrent, tanto en el lecho como en sus márgenes. Por lo tanto, a pesar de haber sido un fenómeno regional, el alcance del presente análisis se limita al ámbito de dicho municipio.



Figura 20. Ámbito de actuación para el desarrollo del trabajo (Término Municipal de Torrent).

Como la localidad de Torrent dispone de un municipio de gran extensión, abarca una longitud importante de cauces. En ellos se realizará únicamente una inspección visual, sin contar con ensayos, ni pruebas objetivas de ningún tipo. Se trata por tanto de un diagnóstico previo que, tanto en los casos graves como en los dudosos, debería servir como referencia para el desarrollo de estudios técnicos de mayor precisión, que no son objeto del presente trabajo.

Para llevar a cabo este diagnóstico previo, durante los meses posteriores a la DANA se han realizado multitud de visitas a las zonas afectadas, para analizar el estado en que han quedado los cauces dentro del ámbito mencionado. Algunos tramos se han tenido que recorrer varias veces, debido a la dificultad de cruzar de una ladera a otra, consecuencia de la inaccesibilidad por destrucción de puentes o badenes.

3.1.- LONGITUD DE CAUCES ANALIZADOS

Para evaluar el recorrido llevado a cabo en los diferentes barrancos, se utiliza como sistema de referencia iniciar el origen de P.K. de cada cauce en su confluencia hacia aguas abajo con el siguiente cauce de mayor entidad, según se muestran en las figuras adjuntas. Como única excepción, en la Rambla del Poyo su origen se adoptará en su desembocadura en La Albufera.



Figura 21. Inicio de numeración de secciones en la Rambla del Poyo.



Figura 22. Inicio de numeración de secciones en el Barranco de L'Horteta, Barranco de la Bota, cañada del Pequé y en el Barranco de Soterraña (partida de la Venteta).

En total, los cauces examinados durante el presente estudio y sus longitudes analizadas dentro del municipio han sido los siguientes:

Cauce	PK de inicio aguas abajo	PK final aguas arriba	Longitud analizada
Rambla del Poyo	13+500	20+140	6.64 km
Barranco de L'Horteta	0	14+500	14.5 km
Cañada del Pequé	0	2+580	2.58 km
Vaguada de la Venteta	0	0+600	0.6 km
Barranco de la Bota	0	1+530	1.53 km

Tabla 15. Longitudes de cauces analizados.

Esto supone un total de 25.85 kilómetros sólo en estos cauces, aunque adicionalmente también se han recorrido diversos tramos del Barranco de Les Canyes de Horteta, o del Barranco de los Giles, con el objetivo de obtener evidencias de la crecida que ayuden a cuadrar el comportamiento hidráulico global durante la DANA en el sistema fluvial de Horteta.

3.2.- IDENTIFICACIÓN DE DAÑOS

Para que la memoria de este trabajo sea un documento manejable, la identificación de daños en esos casi 26 kilómetros de cauces visitados se trasladará al Anejo 5 de este documento.

3.2.1.- Planteamiento del diagnóstico

Como el trabajo de campo a realizar comprende una gran extensión, a pesar de estar analizando sólo el ámbito del término municipal de Torrent, se abarcan espacios de características muy diferentes entre las que se pueden encontrar:

- Cauces grandes, medianos y pequeños.
- Cursos fluviales continuos o discontinuos, en los que a veces su trazado desaparece.
- Zonas urbanizadas, industriales y rurales.
- Dentro de zonas urbanizadas, cascos urbanos desarrollados o edificaciones dispersas.
- Cruces con infraestructuras de diferentes tipologías.

Como consecuencia, la casuística de daños ocasionados por la DANA resulta muy amplia.

Para abordar el estudio de los daños en los barrancos, el enfoque será el siguiente:

- Se analizarán por separado los daños en la margen derecha, margen izquierda y en el interior del cauce. El diagnóstico será general y sin profundizar en cada zona, debido a esa gran longitud de barrancos a analizar. Se identificarán zonas donde se haya producido erosión, depósitos de sedimentos, arrastre de escombros, contaminación, movimientos de ladera, etc.
- Se procurará dividir las ramblas en tramos en los que los daños resulten más o menos homogéneos. Eso no será siempre posible, más aún teniendo en cuenta que se analizarán por separado los cauces y las márgenes, según lo indicado en el punto anterior.
- Se realizará una propuesta de la necesidad de reparar daños, según la inspección visual efectuada. Esta recomendación se clasificará en baja, media o alta, según la urgencia estimada con la que habría que intervenir para la restitución de los cauces. Será una propuesta meramente orientativa, ya que no se han realizado estudios de detalle para un diagnóstico preciso, por no formar parte del alcance de este trabajo.

El objetivo final de este análisis será disponer de un diagnóstico orientativo para los cauces principales del término municipal, que sirva como referencia para actuar en tramos en los que se haya detectado mayor necesidad. También servirá para identificar otras zonas en las que se pueda necesitar llevar a cabo estudios técnicos de mayor profundidad.

3.2.2.- Ejemplos de afecciones identificadas

A continuación se mostrarán, a modo de ejemplo, algunos de los daños identificados en las visitas a campo realizadas. Los que más se repiten son las afecciones en laderas, y los arrastres de escombros y sedimentos en el interior de los distintos cauces.

Tipo de daños	Ejemplo
Laderas o márgenes de cauces que se han desmoronado.	
Erosión en laderas.	

Figura 23. Ladera desprendida en margen izquierda de la Rambla del Poyo.

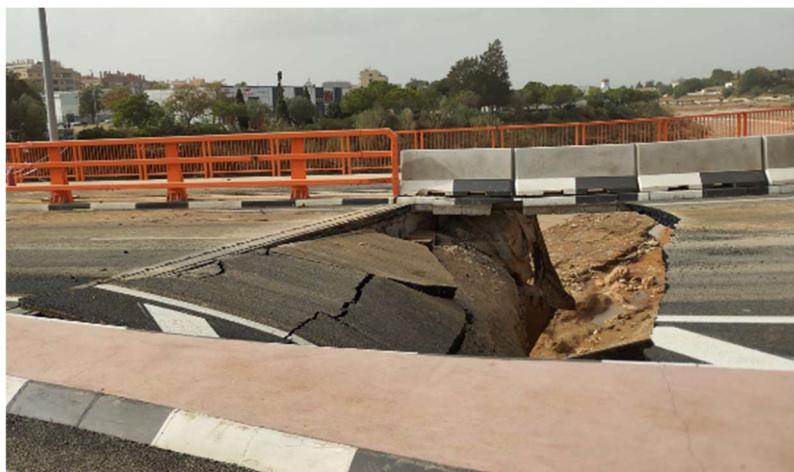
Figura 24. Ladera erosionada en la Calle Lluís Beltrán.

Tipo de daños	Ejemplo
Eliminación de la cubierta vegetal.	 <p data-bbox="578 795 1359 866">Figura 25. Vegetación arrancada en ambas márgenes de la Rambla del Poyo, al norte del polígono de Mas del Jutge.</p>
Daños en calles de la población.	 <p data-bbox="578 1401 1359 1473">Figura 26. Tramo de la Calle Barranc de L'Horteta destruida frente a la Rambla del Poyo, al norte del casco urbano de Torrent.</p>
Vertidos de aguas negras, que en algunos puntos se siguen produciendo medio año después del paso de la DANA.	 <p data-bbox="593 1985 1335 2034">Figura 27. Contaminación por aguas negras en la Rambla del Poyo.</p>

Tipo de daños	Ejemplo
Eutrofización de aguas residuales.	 <p data-bbox="679 646 1256 680">Figura 28. Eutrofización en el barranco de L'Horteta.</p>
Destrucción de viviendas que lindan con el cauce.	 <p data-bbox="562 1336 1373 1370">Figura 29. Viviendas destruidas junto al cauce, en la partida de la Venteta.</p>
Destrucción de viviendas que no lindan con el cauce, situadas sobre las terrazas fluviales.	 <p data-bbox="576 1971 1359 2005">Figura 30. Vivienda destruida en una terraza del Barranco de L'Horteta.</p>

Tipo de daños	Ejemplo
<p>Posibles inestabilidades en laderas que han quedado en pie, pero con taludes muy verticales.</p>	
<p>Laderas sin aparentes daños, pero que han sufrido movimientos, con grietas de tracción que podrían seguir evolucionando en el futuro.</p>	

Figura 31. Taludes casi verticales en la margen derecha del Barranco de L'Horteta, junto al casco urbano de Torrent.

Tipo de daños	Ejemplo
Falta de continuidad en la pendiente longitudinal del cauce, tanto por erosión del lecho, como por la acumulación de depósitos.	 <p data-bbox="562 804 1372 840">Figura 33. Irregularidades en la pendiente longitudinal. Pozas en el cauce.</p>
Destrucción de puentes.	 <p data-bbox="562 1394 1372 1430">Figura 34. Restos de puente peatonal destruido sobre la Rambla del Poyo.</p>
Daños en puentes.	 <p data-bbox="578 1994 1356 2030">Figura 35. Daños en el puente de la CV-403 sobre la Rambla del Poyo.</p>

Tipo de daños	Ejemplo
Daños en infraestructuras de saneamiento.	 <p data-bbox="593 1051 1335 1123">Figura 36. Colector destruido en la margen derecha del barranco de L'Horteta, junto a la confluencia con la Rambla del Poyo.</p>
Depósitos en el cauce que reducen la capacidad hidráulica del barranco, pudiendo aumentar el riesgo de inundación en su entorno.	 <p data-bbox="568 1821 1362 1893">Figura 37. Depósitos de sedimentos y arrastres en la Cañada del Peque, aguas arriba de la confluencia con el Barranco de L'Horteta.</p>

Tipo de daños	Ejemplo
Impacto ambiental debido a la presencia de escombros en el cauce, que además, también reducen su capacidad hidráulica.	 <p data-bbox="589 788 1341 822">Figura 38. Escombros en el lecho del cauce en la Cañada del Pequé.</p>
Obras de drenaje transversal cegadas.	 <p data-bbox="552 1417 1378 1450">Figura 39. Obstrucción del drenaje en el badén de la carretera de Calicanto.</p>
Daños en viviendas.	 <p data-bbox="641 1963 1289 1998">Figura 40. Daños en vivienda en el Barranco de L'Horteta..</p>

Tipo de daños	Ejemplo
Daños en industrias.	 <p data-bbox="632 804 1303 842">Figura 41. Daños en nave industrial en la Cañada del Pequé.</p>
Edificios no dañados, pero cuya estabilidad puede verse comprometida como consecuencia de la DANA.	 <p data-bbox="558 1343 1378 1446">Figura 42. Daños en la margen derecha de la Rambla del Poyo. Las naves no han quedado dañadas, pero su cimentación puede quedar descalzada si sigue evolucionando la erosión en el talud.</p>
Daños en agricultura.	 <p data-bbox="562 1933 1367 1971">Figura 43. Destrucción de campo de naranjos en el Barranco de los Giles.</p>

Tipo de daños	Ejemplo
Daños en muros.	 <p data-bbox="625 826 1308 862">Figura 44. Descalce de muros flotantes en la Rambla del Poyo.</p>
Reducción de la sección de cauces tras el paso de la DANA. Aunque no se trate de una afección directa, supone un futuro empeoramiento de la capacidad hidráulica.	 <p data-bbox="562 1423 1372 1491">Figura 45. Relleno de la margen derecha del Bco. de L'Horteta, reduciendo la sección del cauce respecto a la situación previa a la DANA.</p>
Daños en el patrimonio histórico.	 <p data-bbox="578 1985 1356 2021">Figura 46. Restos del acueducto dels Arcs Baix, destruido por la DANA.</p>

Tras la DANA, diferentes administraciones han comenzado a intervenir en zonas que presentan mayor peligrosidad y afección a los ciudadanos, priorizando actuaciones de reposición de puentes dañados, infraestructuras de saneamiento inutilizadas, laderas con riesgo de derrumbe, o puntos en los que haya riesgo de que se produzcan daños personales.

Sin embargo, existen otras patologías a las que apenas se les está prestando la debida atención, y que corren el riesgo de caer en el olvido, alguno de los cuales persisten medio año después de la DANA, como por ejemplo el impacto ocasionado por los vertidos continuados de aguas negras. La contaminación de estos vertidos ha impregnado los suelos de sustancias tóxicas, que se irán infiltrando en el terreno lentamente cada vez que cualquier lluvia ordinaria active el lavado de esas sustancias del terreno. A medio-largo plazo, este flujo subsuperficial cargado de elementos tóxicos irá circulando hacia la Albufera, o percolando hacia los acuíferos y afectando a los pozos de la región.

Otro ejemplo de esas patologías latentes que podrían quedar tras el paso de la DANA, aunque no se evidencien a corto plazo, serían los daños en la red de saneamiento del municipio. Su falta de capacidad por los lodos depositados, así como las fisuras que puedan haberse generado en los colectores de aguas pluviales por su entrada en carga, pueden estar ocasionando el lavado del suelo existente bajo la urbanización, sin que de momento haya señales de este proceso. Como ejemplo de este posible lavado de finos bajo el pavimento urbano, se muestra un hundimiento que ha tenido lugar recientemente en una de las calles del polígono de Mas del Jutge. Estas patologías, pueden ir aflorando a medio a largo plazo, y podrían evolucionar hasta afectar a edificios próximos.



Figura 47. Hundimiento del suelo por el lavado de finos generado tras la inundación.

4.- DETERMINACIÓN DE LOS VOLÚMENES MOVILIZADOS

4.1.- PROCEDIMIENTO

Uno de los efectos más notables de la crecida ocasionada por la DANA del 29 de octubre de 2024, ha sido los ingentes volúmenes de tierras que han sido desplazados en los cauces y sus zonas más próximas, por lo que se considera relevante conocer una estimación de éstos.

Para poder determinar dicha movilización del terreno con una cierta aproximación, en el presente trabajo se han realizado dos Modelos Digitales del Terreno (MDT) en diferentes estadios temporales, antes de la crecida ocasionada por la DANA y en la situación posterior, tras el paso de la misma.

En primer lugar, se ha construido un MDT a partir de datos LIDAR de 2015 publicados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) con un punto por cada celda de 2x2 m en formato raster. Este modelo ha servido como base para, posteriormente, incorporar un segundo MDT de mayor detalle en los cauces y su entorno.

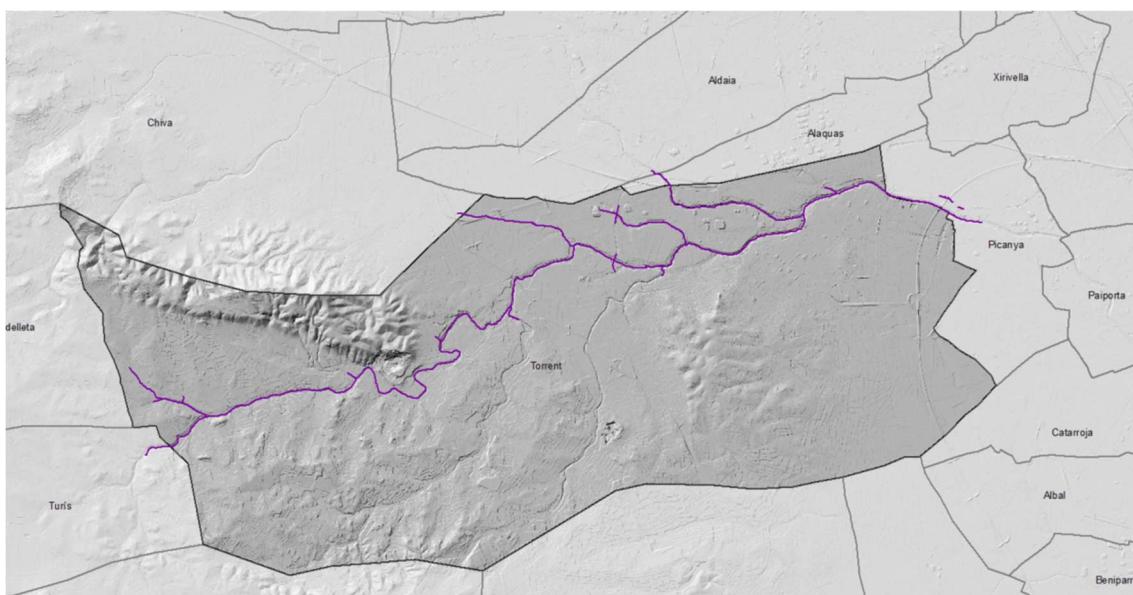


Figura 48. Ámbito del estudio, término municipal de Torrent y red de cauces principales.

A partir del MDT base de 2x2 m levantado sobre cuadrículas de 2x2 km, se ha recortado el raster en el entorno más próximo a los cauces, tal y como se exponen en la figura siguiente. Tras ese recorte, se han implementado los datos LIDAR con cuadrículas de 0,5x0,5 km para la situación Pre-DANA, aumentando así la precisión topográfica.

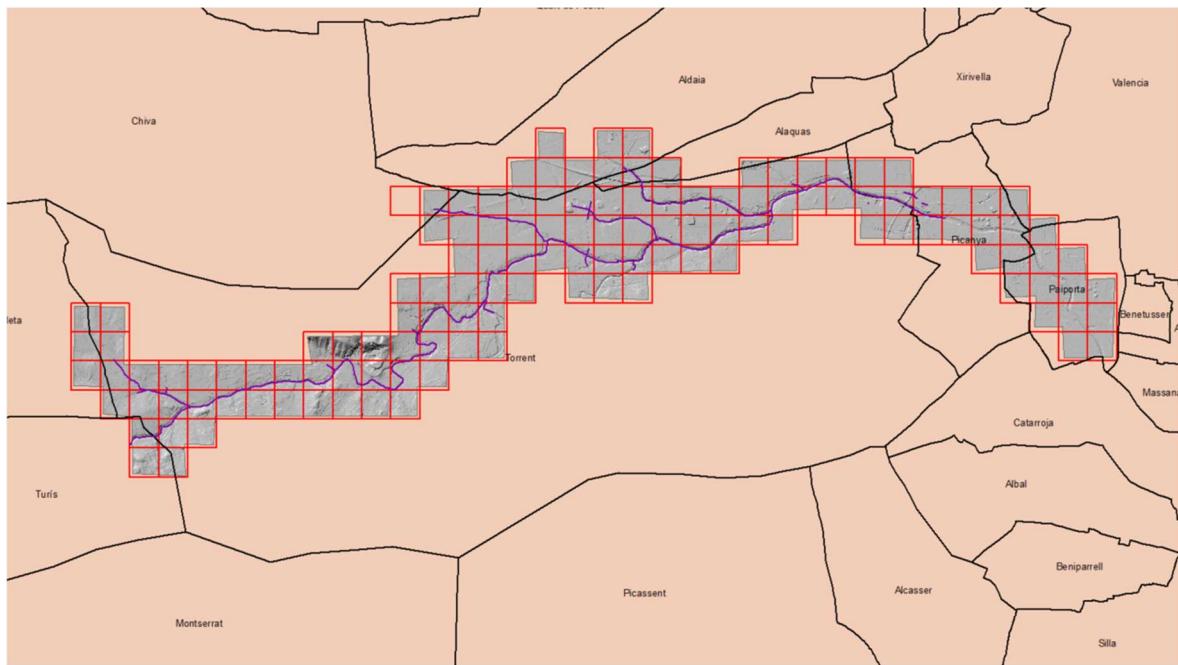


Figura 49. Ámbito objeto de levantamiento LIDAR en situación Pre-DANA.

Para poder determinar los volúmenes movilizados, se requería de un MDT Post-DANA que pudiese reflejar las variaciones geomorfológicas durante la crecida ocasionada de octubre de 2024. Para ello, el Ayuntamiento de Torrent encargó un vuelo LIDAR de mayor precisión, centrado en los cauces y en una franja de 200 metros a cada lado de los mismos. Este vuelo se realizó con 150 puntos por metro cuadrado, pero se depuró hasta dejarlo en 4 puntos/m² para que fuera manejable, con cuadrículas de extensión 0,1x0,1 km, como se expone en la figura siguiente.

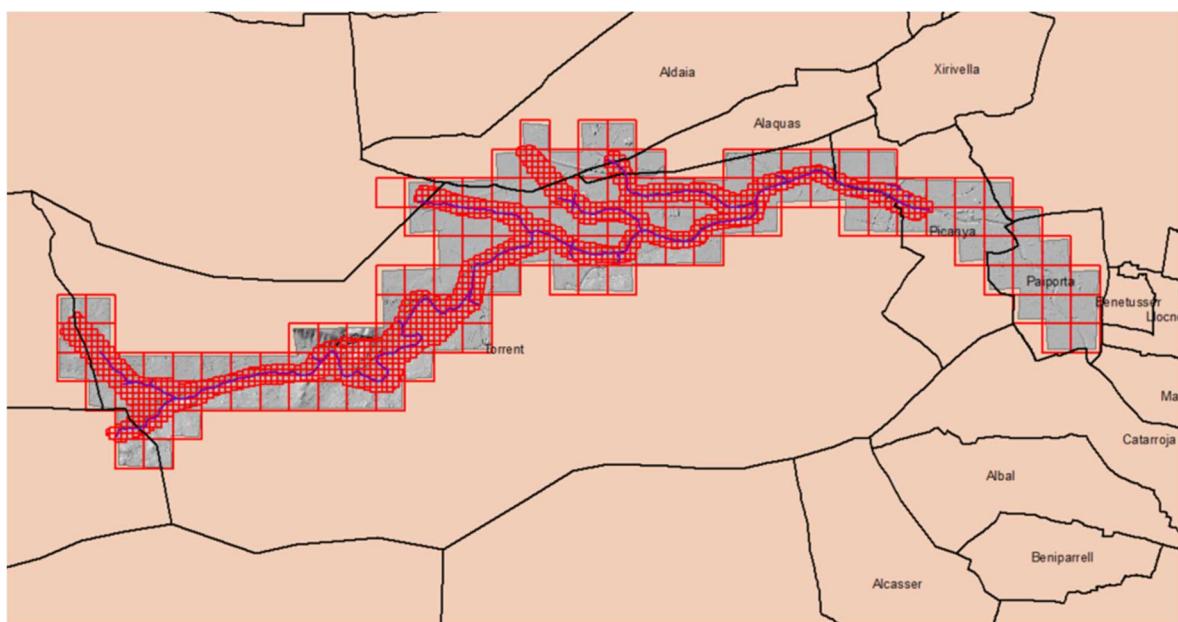


Figura 50. Levantamiento LIDAR en situación Post-DANA, sobre el levantamiento Pre-DANA..

En ambos escenarios se generó un mosaico de rasters sobre la base del Modelo Digital del Terreno de 2x2 m, obteniendo de este modo un alto nivel de precisión en el entorno de los cauces.

Para poder encajar esas dos fuentes de información de distinto origen y grado de detalle, se han determinado una serie de recintos para los cuales se disponía de datos LIDAR de alta precisión en ambos escenarios. Aunque parezca un trabajo menor, este encaje resulta completamente necesario para poder comparar las topografías y, consecuentemente, los volúmenes de escombros y sedimentos movilizados. El ámbito concreto es el que se representa en la imagen siguiente en color azul, sobre las cuadrículas LIDAR utilizadas.

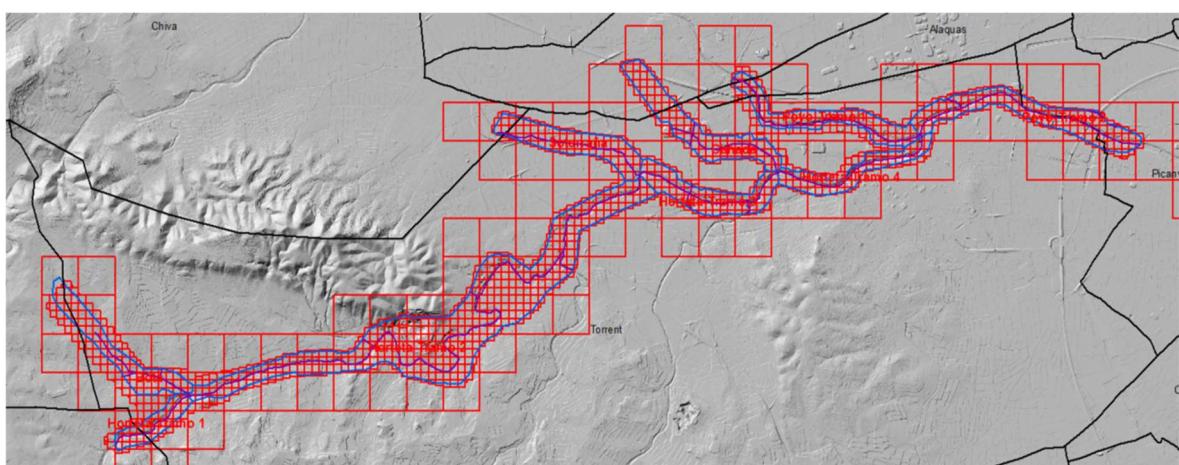


Figura 51. Delimitación de los cauces y su entorno en la zona de objeto de estudio. Encaje de cuadrículas entre fuentes de información diferentes.

Dado que los escenarios Pre-DANA y Post-DANA se han generado a partir de modelos LIDAR con distintos niveles de precisión en planta, y que dichos sistemas presentan una precisión de ± 15 cm en cota, para llevar a cabo los cálculos necesarios para determinar los volúmenes movilizados ha sido necesario descartar aquéllos que presentan espesores de sedimentos entre -15 cm y +15 cm. Se considera que el error que se pueda comentar es mínimo, y la aproximación en la determinación de los volúmenes movilizados es válida.

Cabe indicar que, en caso de no realizar ese proceso, se podría estar determinando como volumen de la DANA el error generado por la diferente precisión de los modelos utilizados. Es decir, por ejemplo, se podría estar considerando como erosión en una parcela rústica no afectada por la DANA, un reperfilado del terreno que se haya realizado con alguna finalidad agrícola.

Se trata, por tanto, de una depuración del proceso que permita obtener unos resultados más robustos, aunque por ello se pueda estar perdiendo una pequeña parte de la información que sí sea veraz y asociada a la propia inundación.

Una vez se ha llevado a cabo este proceso de depuración previo, los volúmenes se han ido calculando mediante diferentes subrutinas de un software especializado en Sistemas de Información Geográfica (GIS). En la imagen adjunta se muestra el conjunto de cauces, con sus tramos, que han sido objeto de este estudio, y han servido para cubicar cada uno de los tramos.

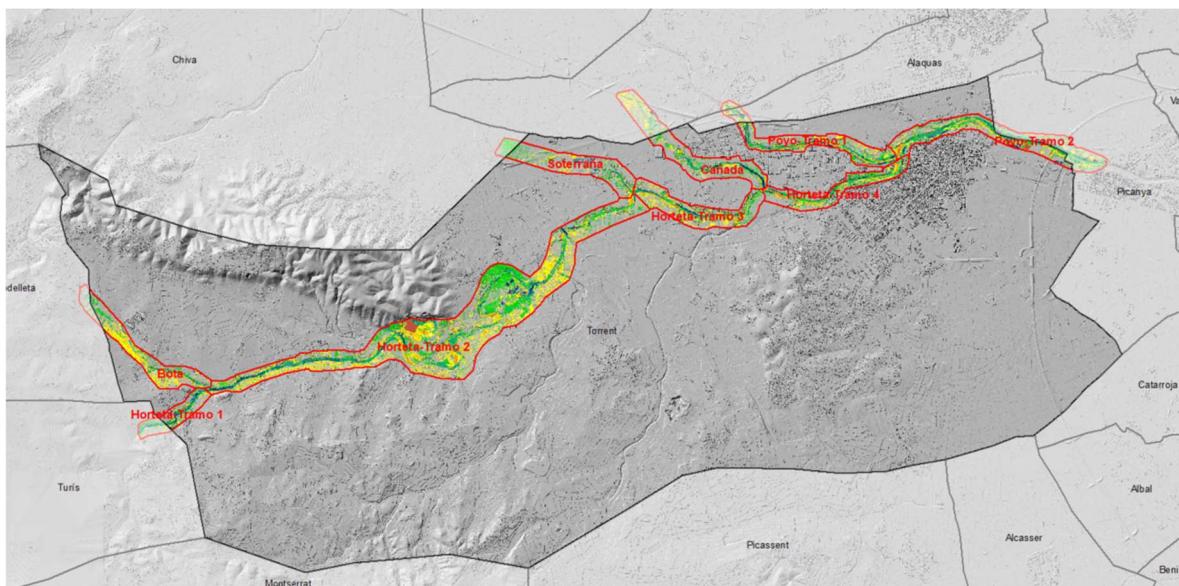


Figura 52. Tramos y cauces en los que se ha analizado los volúmenes movilizados por la DANA.

En los apartados siguientes se expondrá el análisis de los volúmenes movilizados durante la crecida del 29 de octubre de 2025 en los principales cauces del término municipal de Torrent.

Para exponer este análisis, el término municipal se divide en los barrancos principales en los que se ha realizado el levantamiento LIDAR de detalle. A su vez, algunos de los barrancos de mayor recorrido se subdividen en tramos, para poder apreciar mejor los resultados obtenidos.

4.2.- BARRANCO DE HORTETA

El Barranco de Horteta se ha desglosado en cuatro tramos dentro del municipio, tal y como se ha explicado anteriormente. Esta división se ha enumerado del 1 al 4, desde aguas arriba hacia aguas abajo; es decir, siguiendo el sentido de la corriente del flujo.

4.2.1.- Bco. de Horteta. Tramo 1

El tramo 1 se corresponde con el más elevado de los cuatro, y transcurre en el límite del término municipal de Torrent con el de Turís y su confluencia con el barranco de la Bota, afluente del Barranco de L'Horteta por su margen izquierda.



Figura 53. Ámbito del Barranco de Horteta. Tramo 1.

A continuación se muestra el recorrido de este tramo 1 utilizando como base los dos MDT utilizados en el trabajo, correspondientes a la situación anterior y posterior a la DANA.

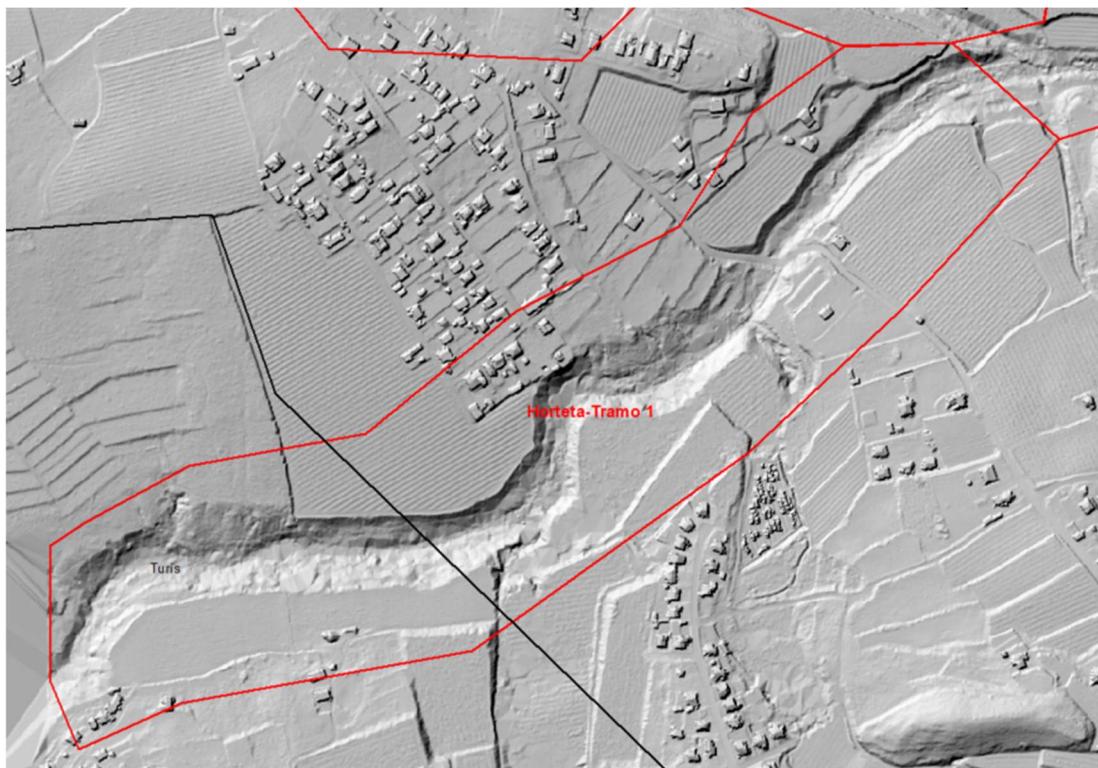


Figura 54. Barranco de Horteta. Tramo 1. Mapa de sombras a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) en la situación de Pre-DANA..

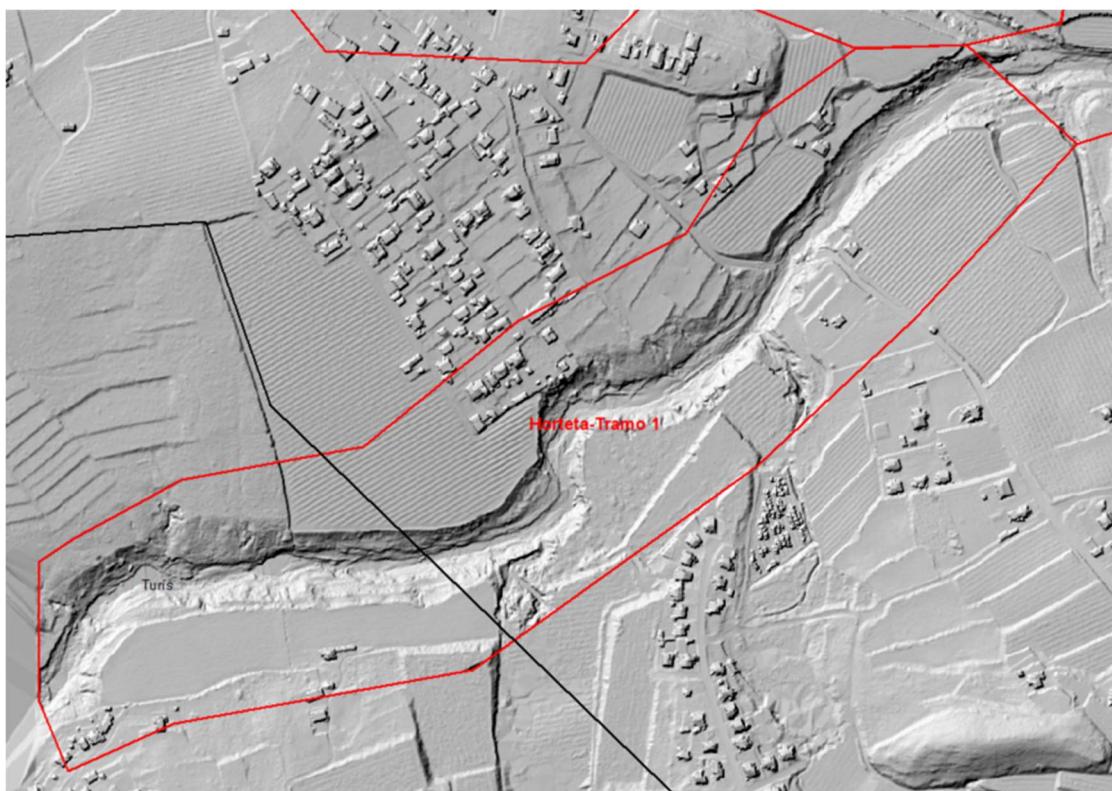


Figura 55. Barranco de Horteta. Tramo 1. Mapa de sombras a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) en la situación de Post-DANA.

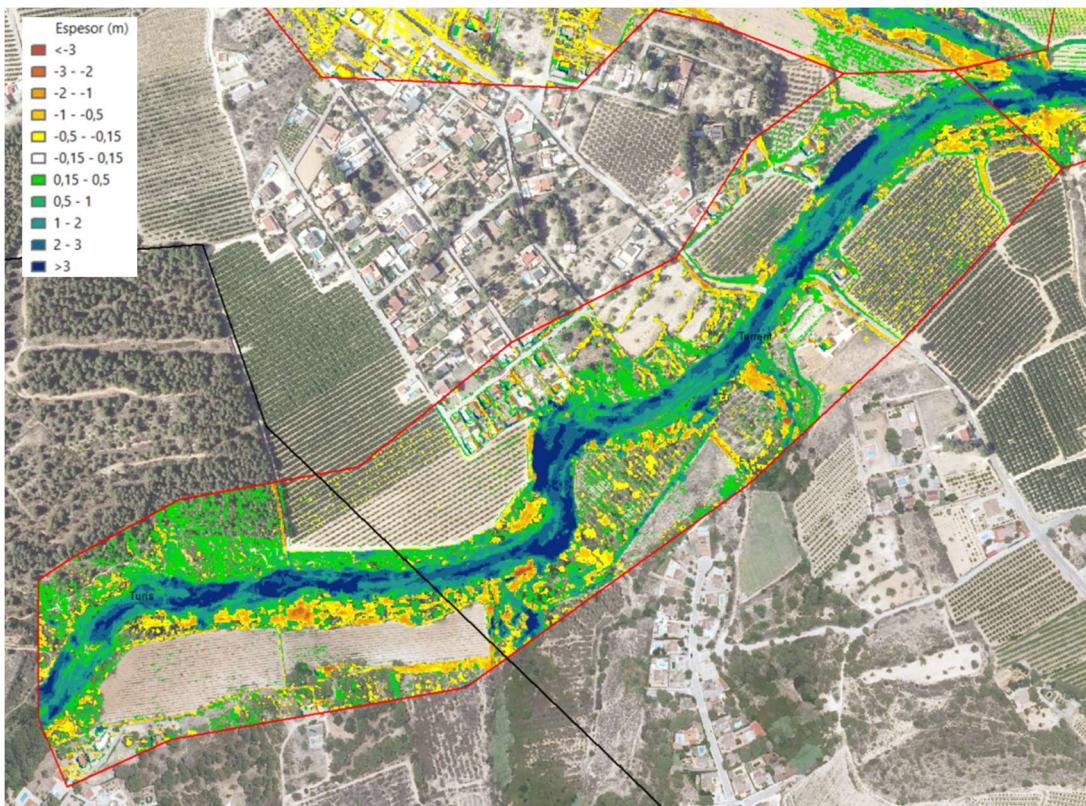


Figura 56. Barranco de Horteta. Tramo 1. Movimiento de tierras producidos por la DANA entre la situación anterior a la misma y la situación posterior.

En este tramo, que tiene una longitud de 1.340 m, la capacidad erosiva del caudal circulante ha sido intensiva, con velocidades que han provocado cambios significativos de la morfología.

Como consecuencia, se han cuantificado 115.590 m³ de material erosionado y 18.377 m³ de rellenos depositados, lo que arroja un balance negativo de 97.213 m³. El balance de volúmenes movilizados por km ha sido de 72.547 m³. En la figura anterior se observa que dentro del cauce es donde mayores pérdidas de suelo se han producido.

4.2.2.- Bco. de Horteta. Tramo 2

El tramo 2 del Barranco de Horteta se ha considerado desde la confluencia de este cauce con el Barranco de la Bota, hasta el encuentro con el Barranco de Soterraña. Se trata del tramo más largo entre los estudiados en el término municipal de Torrent y, en consecuencia, el que mayor movimiento de tierras presenta. A continuación, se ilustra el alcance de este segundo tramo con la fotografía aérea de fondo.



Figura 57. Ámbito del Barranco de Horteta. Tramo 2.

En las figuras siguientes se muestra el recorrido de este tramo 2, mostrándose sobre los MDT de la situación anterior DANA y posterior a la DANA.

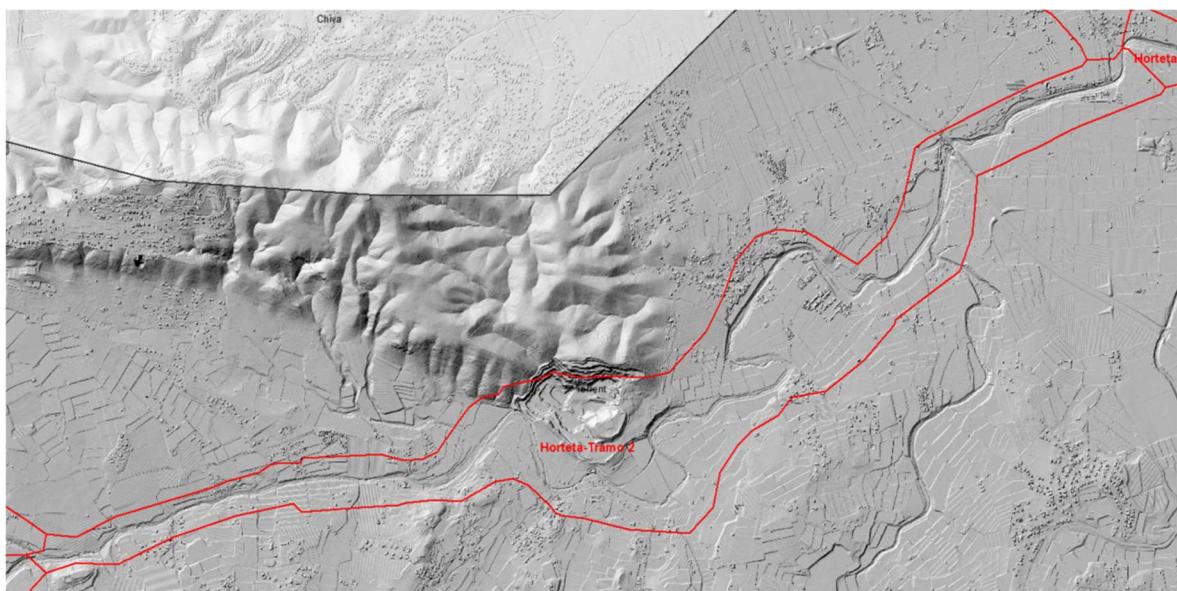


Figura 58. Barranco de Horteta. Tramo 2. Mapa de sombras a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) en la situación de Pre-DANA.

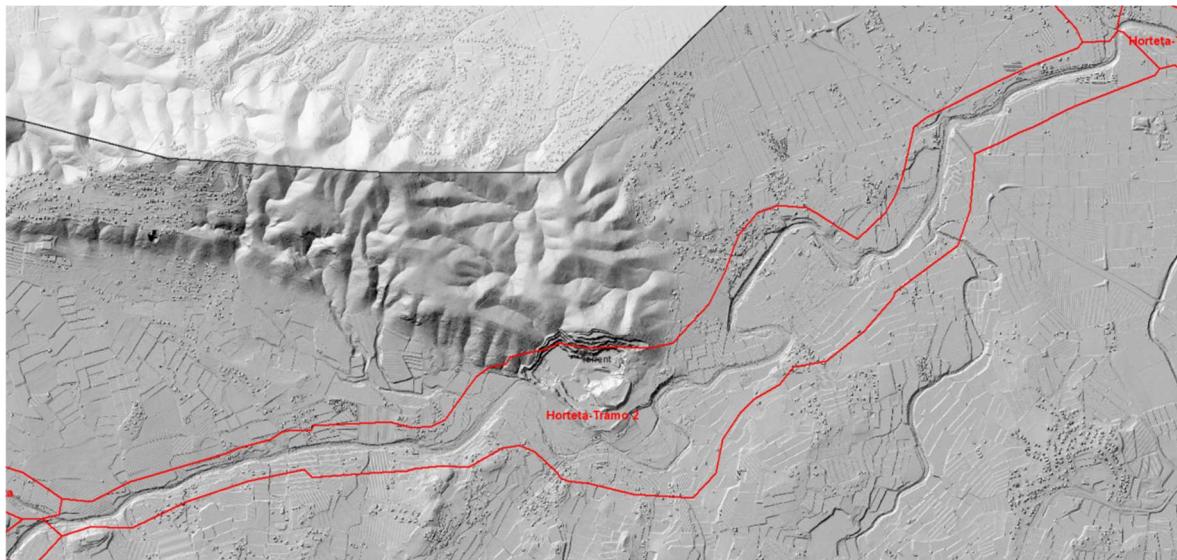


Figura 59. Barranco de Horteta. Tramo 2. Mapa de sombras a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) en la situación de Post-DANA.

En este tramo, con 9.600 m, es el que presenta mayor longitud. Como consecuencia, en este recorrido es donde se han producido los mayores volúmenes movilizados, observándose en el entorno del cauce importantes movimientos erosivos.

En cuanto a los depósitos, apenas se identifican pequeños espesores que no superan los 50 cm. En general, los materiales se han movilizado mayoritariamente en el lecho del cauce y sus laderas, siendo la erosión muy inferior en las parcelas de su entorno.

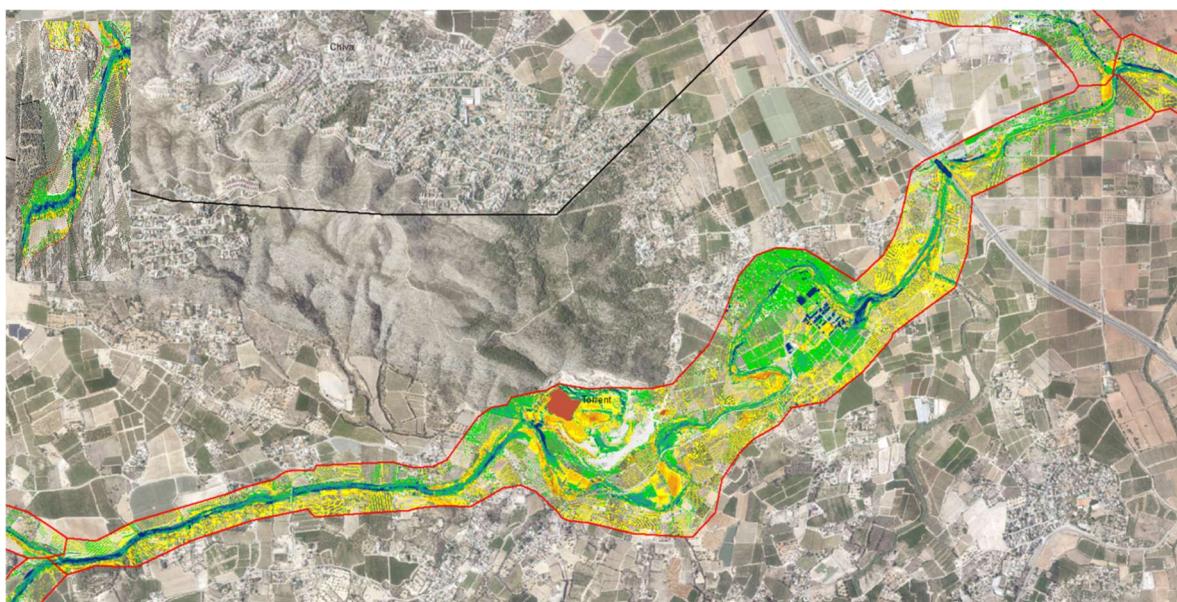


Figura 60. Barranco de Horteta. Tramo 2. Movimiento de tierras producidos por la DANA entre la situación anterior a la misma y la situación posterior.

Entre estos resultados parecen destacar los depósitos en la cantera de Calicanto localizada en la margen izquierda del cauce. Sin embargo, esa aparente gran acumulación de depósitos, puede estar relacionada con un error de medición, ya que en el instante de realizar el vuelo LIDAR, no se tiene la certeza de que la cantera se hubiera llegado a vaciar completamente. Se puede, por tanto, estar confundiendo el nivel de agua en su interior, con depósitos de sedimentos.

En este tramo del Barranco de Horteta se han erosionado del orden de 824.819 m^3 y se han depositado 683.998 m^3 de rellenos, lo que arroja un total negativo de 140.821 m^3 . El balance de volúmenes movilizados por kilómetro ha sido de 14.669 m^3 , que como puede apreciarse, queda muy por debajo del valor obtenido en el tramo anterior. En la figura anterior se observa, por los espesores de los movimientos de tierra, que dentro del cauce es donde mayores pérdidas de suelo se han producido.

4.2.3.- Bco. de Horteta. Tramo 3

El tramo 3 es el que transcurre desde la confluencia del Barranco de Horteta con el Barranco de Soterraña, hasta el encuentro con el Barranco de Cañada del Pequé.

Este recorrido tiene una longitud de cauce de 2.243 m y, de igual modo que en los tramos anteriores, los volúmenes erosionados resultan superiores a los depósitos, efecto que de forma casi general se seguirá reproduciendo en el resto de los tramos.



Figura 61. Ámbito del Barranco de Horteta. Tramo 3.

En las figuras siguientes se muestra el recorrido de este tramo 3, mostrándose sobre los MDT de la situación anterior DANA y posterior a la DANA.

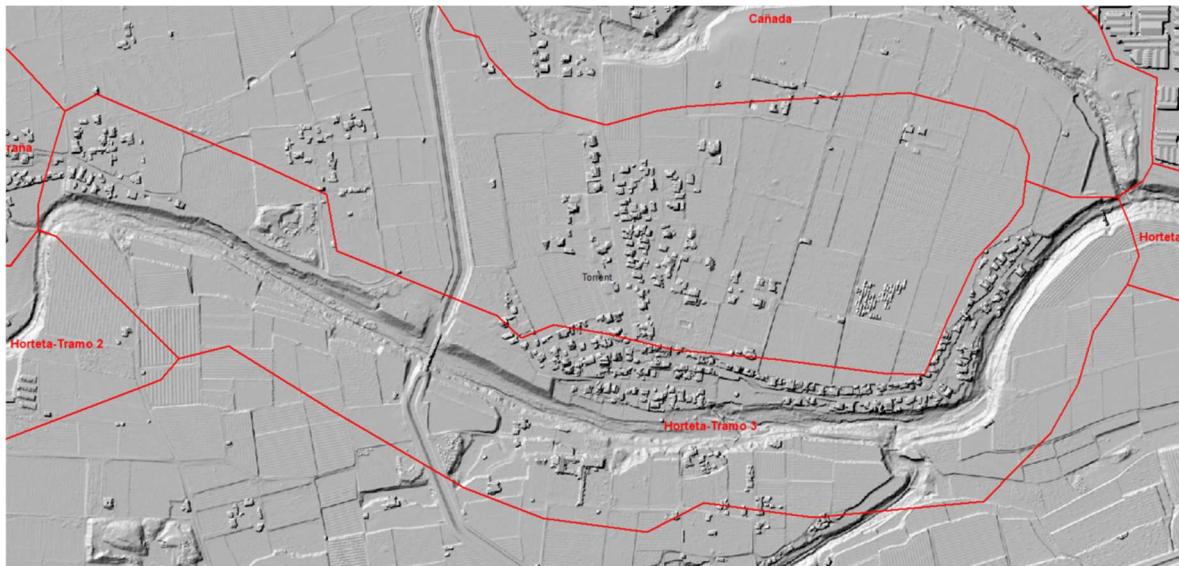


Figura 62. Barranco de Horteta. Tramo 3. Mapa de sombras a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) en la situación de Pre-DANA.

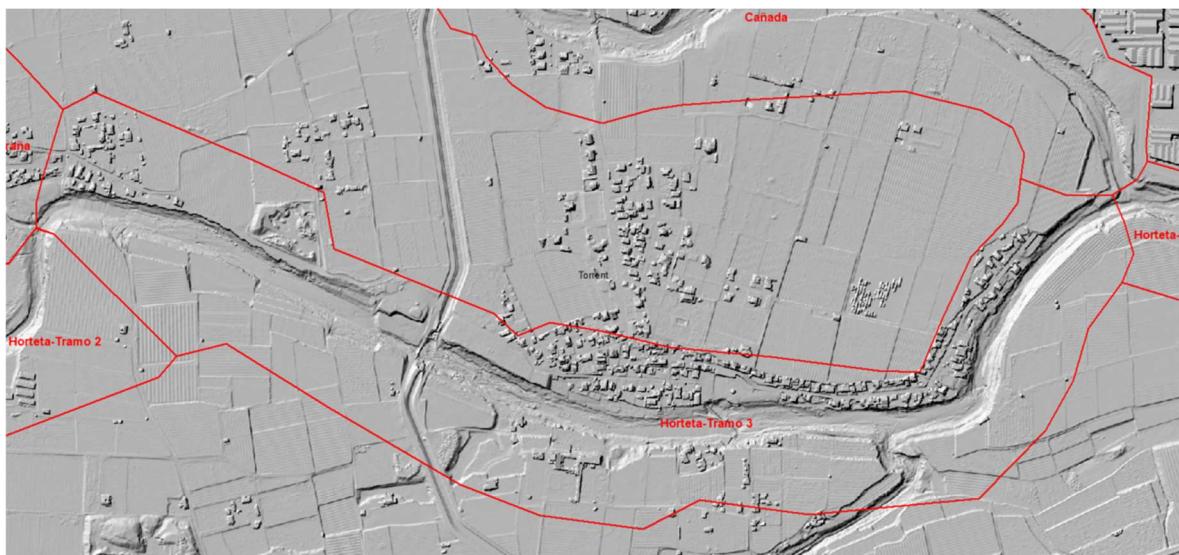


Figura 63. Barranco de Horteta. Tramo 3. Mapa de sombras a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) en la situación de Post-DANA.

En este tramo se observa la presencia de zonas donde han predominado los depósitos en el cauce y otras donde los procesos erosivos se han producido de forma intermitente. En la figura siguiente se observa que aguas arriba del cruce de canal Júcar-Turia se ha concentrado un importante volumen

de depósitos, así como, en el tramo en el que se producen los aportes por la margen derecha del Barranco de les Canyes de L'Horteta.

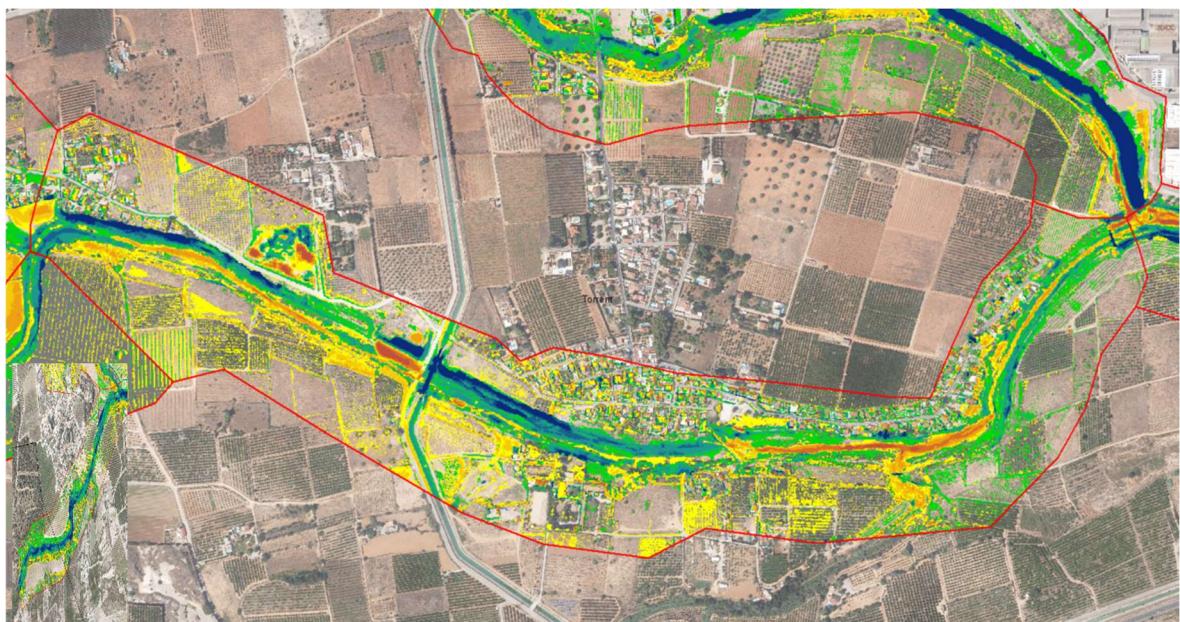


Figura 64. Barranco de Horteta. Tramo 3. Movimiento de tierras producidos por la DANA entre la situación anterior a la misma y la situación posterior.

En este tercer tramo del Barranco de L'Horteta se han erosionado 145.105 m^3 y se han cuantificado 88.299 m^3 de rellenos depositados, lo que arroja un balance negativo de 56.806 m^3 . El balance de volúmenes movilizados por kilómetro ha sido de 25.326 m^3 . De nuevo, dentro del cauce es donde mayores pérdidas de suelo se producen.

4.2.4.- Bco. de Horteta. Tramo 4

El tramo 4 del Barranco de Horteta es el que transcurre desde el encuentro del mismo Barranco de Horteta con el arroyo conocido como Cañada del Pequé, hasta la confluencia entre Horteta y la Rambla del Poyo.

Este tramo tiene una longitud de 2.344 m y al igual que en los tramos anteriores, se repite el mismo patrón, por lo que los volúmenes erosionados han sido superiores a los sedimentos que se han depositado durante la crecida.



Figura 65. Ámbito del Barranco de Horteta. Tramo 4.



Figura 66. Barranco de Horteta. Tramo 4. Mapa de sombras a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) en la situación de Pre-DANA.



Figura 67. Barranco de Horteta. Tramo 4. Mapa de sombras a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) en la situación de Post-DANA.



Figura 68. Barranco de Horteta. Tramo 4. Movimiento de tierras producidos por la DANA entre la situación anterior a la misma y la situación posterior.

De los cálculos realizados, se observa que en el fondo del cauce se han producido importantes depósitos de sedimentos en prácticamente todo el tramo. Esto podría deberse a que a lo largo de este tramo, seguramente se haya reducido la velocidad del flujo de forma significativa, siendo en los últimos metros del tramo donde mayor espesor de depósitos se han producido, antes de la confluencia con la Rambla del Poyo.

De igual modo, se observan también importantes fenómenos de erosión en las laderas, lo que ha dado lugar a importantes daños localizados en áreas urbanizadas, especialmente en el polígono industrial Mas del Jutge.

A lo largo de este cuarto tramo del Barranco de Horteta se han cuantificado erosiones de 172.653 m³ y se han medido 95.296 m³ de rellenos depositados, lo que supone un balance negativo de 77.357 m³ de sedimentos. El balance de material movilizado asciende en este caso a 33.002 m³/km.

4.3.- RAMBLA DEL POYO

Para esta evaluación de materiales movilizados por la crecida, la Rambla del Poyo se ha dividido en dos tramos dentro del término municipal de Torrent, que se han enumerado del 1 al 2 siguiendo el sentido de la corriente del agua.

4.3.1.- Rambla del Poyo. Tramo 1

El tramo 1 se corresponderá con el más elevado de los dos. Transcurre entre las inmediaciones del término municipal de Torrent en su límite con Alaquàs, y su confluencia con el barranco de Horteta por su margen derecha.



Figura 69. Ámbito de la Rambla del Poyo. Tramo 1.



Figura 70. Rambla del Poyo. Tramo 1. Mapa de sombras a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) en la situación de Pre-DANA.



Figura 71. Rambla del Poyo. Tramo 1. Mapa de sombras a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) en la situación de Post-DANA.

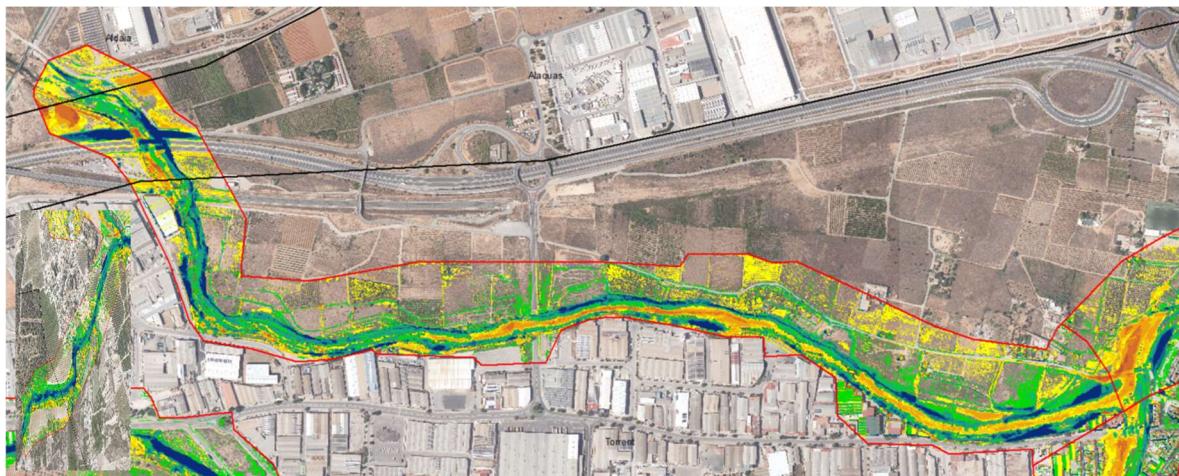


Figura 72. Rambla del Poyo. Tramo 1. Movimientos de tierras producidos por la DANA entre la situación anterior a la misma y la situación posterior.

En este tramo, con una longitud de 3.065 m, la capacidad erosiva del flujo ha sido muy elevada, especialmente sobre las laderas, produciéndose importantes daños sobre algunas de las laderas del polígono industrial Mas del Jutge. También se han cuantificado importantes volúmenes de depósitos en el fondo del cauce, que se han acentuado al acercarse a la confluencia con el Barranco de Horteta, si bien menos acusados que en este último, lo que denota que las aguas que circulaban por la Rambla del Poyo han circulado a una mayor velocidad que las del Barranco de Horteta. Esto mismo se evidencia también en el tamaño de los depósitos, mayor en el Poyo que en Horteta.

En este recorrido se han erosionado del orden 249.337 m³ y se han cuantificado 99.305 m³ de depósitos, lo que arroja un balance negativo de 150.032 m³. Los volúmenes movilizados por kilómetro han sido de 48.950 m³.

4.3.2.- Rambla del Poyo. Tramo 2

Este segundo tramo de la Rambla del Poyo se ha considerado desde su confluencia con el Barranco de Horteta (final de su tramo 1), hasta el límite municipal de Torrent con el municipio de Picanya.

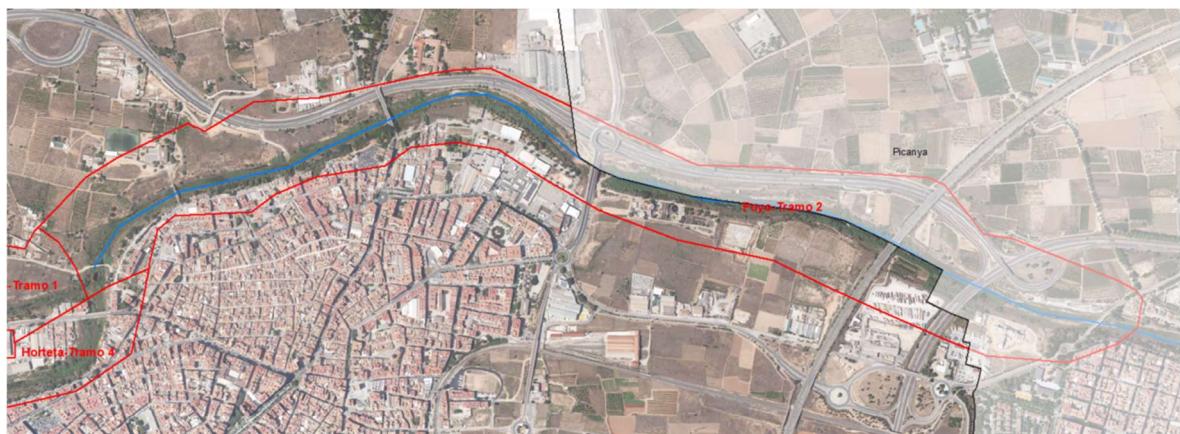


Figura 73. Ámbito de la Rambla del Poyo. Tramo 2.



Figura 74. Rambla del Poyo. Tramo 2. Mapa de sombras a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) en la situación de Pre-DANA.



Figura 75. Rambla del Poyo. Tramo 2. Mapa de sombras a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) en la situación de Post-DANA.

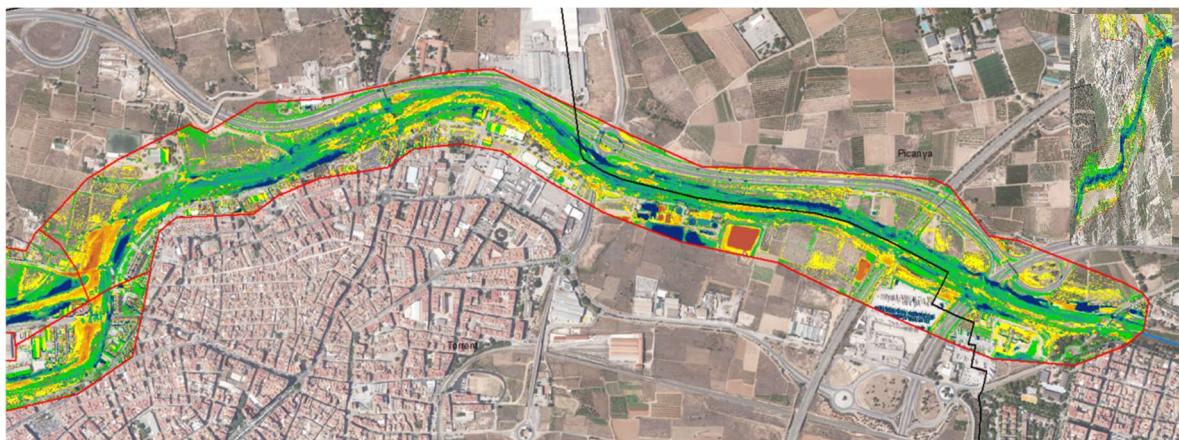


Figura 76. Rambla del Poyo. Tramo 2. Movimientos de tierras producidos por la DANA entre la situación anterior a la misma y la situación posterior.

Este tramo tiene una longitud de 3.339 m, y en él se han generado importantes afecciones sobre su margen derecha, donde se encuentra el núcleo residencial de Torrent. En esa zona, se han producido considerables desmontes de laderas con importantes daños sobre varias edificaciones y áreas urbanizadas.

En esta zona se han erosionado del orden 346.335 m^3 y se han cuantificado 143.273 m^3 de rellenos depositados, lo que supone un balance negativo de material de 203.062 m^3 , el mayor de todos los obtenidos en los diferentes tramos analizados.

En este caso, el balance de volúmenes movilizados por kilómetro ha sido de 60.809 m^3 .

4.4.- CAÑADA DEL PEQUÉ

El Barranco de la Cañada del Pequé es pequeño arroyo que constituye un afluente del Barranco de Horteta por su margen izquierda, constituyendo una de las vías de drenaje del Pla de Quart. Este reguero confluye con Horteta al sur del polígono industrial del Mas del Jutge, punto en el que esta cañada se ensancha y presenta una profundidad importante, superior a 10 metros.

El recorrido de este tramo se define partiendo desde el canal Júcar-Turia, al suroeste del polígono industrial Mas del Jutge, hasta su confluencia con el Barranco de Horteta.

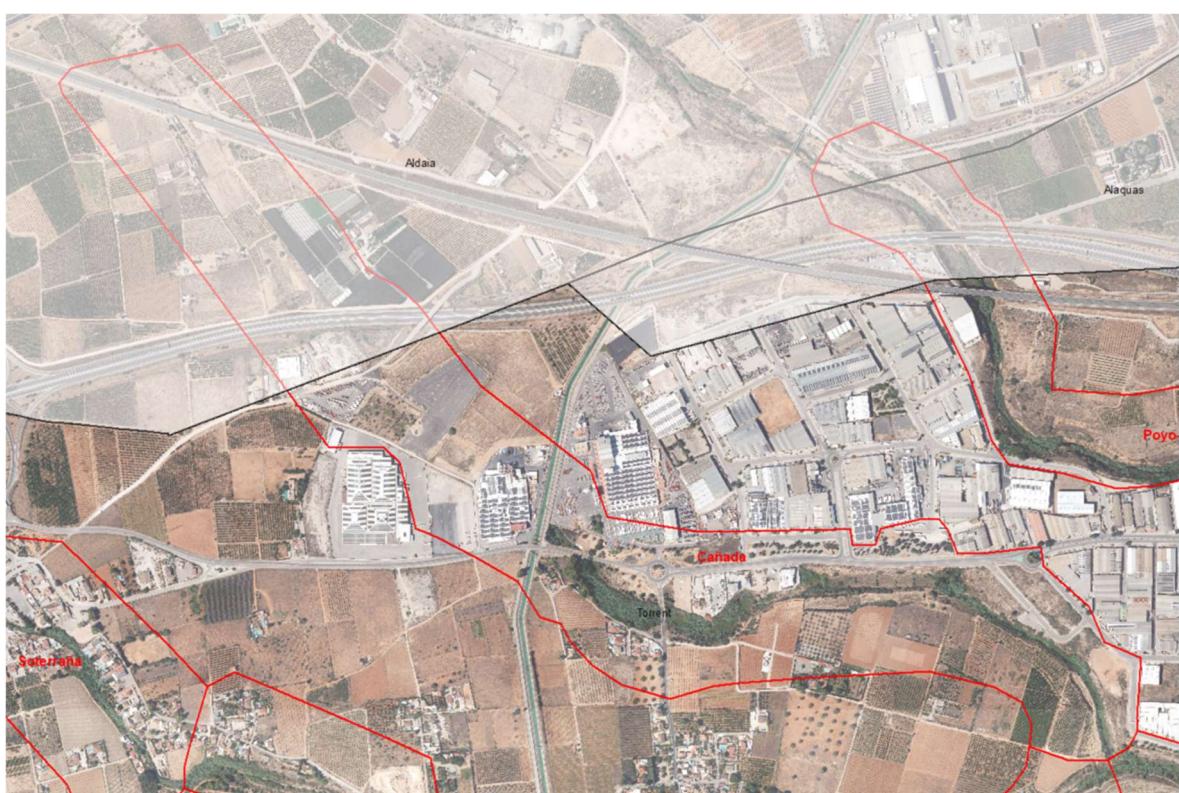


Figura 77. Ámbito del Barranco Cañada del Pequé.

Aguas arriba del canal Júcar-Turia este cauce no presenta continuidad, y prácticamente desaparece, aunque puede identificarse una vaguada que desciende desde la Sierra Perenxisa y conectaría con las aguas que descienden por el Barranco de Santo Domingo.

En las figuras siguientes se muestra el recorrido analizado en la Cañada del Pequé, mostrándose sobre los MDT de la situación anterior DANA y posterior a la DANA.



Figura 78. Barranco Cañada del Pequé. Mapa de sombras a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) en la situación de Pre-DANA.



Figura 79. Barranco Cañada del Pequé. Mapa de sombras a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) en la situación de Post-DANA.

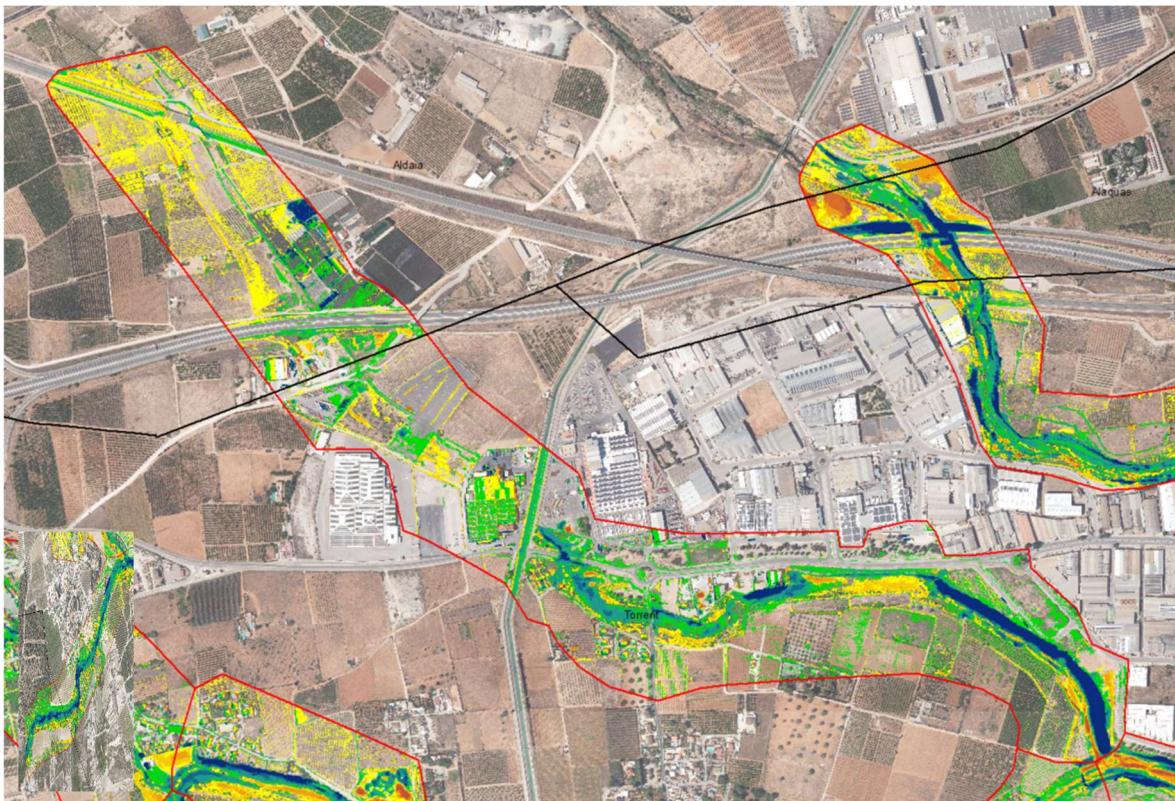


Figura 80. Barranco Cañada del Pequé. Movimientos de tierras producidos por la DANA entre la situación anterior a la misma y la situación posterior.

Este cauce tiene una longitud de 2.808 m en el recorrido estudiado. Su mayor afección se identifica en su tramo bajo; en los últimos 500 m, donde la erosión es muy intensa, produciéndose graves daños sobre el talud de la margen izquierda.

En este barranco se han erosionado del orden 180.827 m^3 y se han cuantificado 53.494 m^3 de rellenos depositados, lo que arroja un balance negativo de 127.333 m^3 . El balance de volúmenes movilizados por kilómetro resulta en este caso de 45.347 m^3 .

4.5.- BARRANCO DE LA SOTERRAÑA (PARTIDA DE LA VENTETA)

El Barranco de la Soterraña es un afluente del Barranco de L'Horteta, que confluye con el mismo a la altura del denominado Núcleo 25, agrupación de viviendas que sufrieron importantes daños durante el día de la DANA.

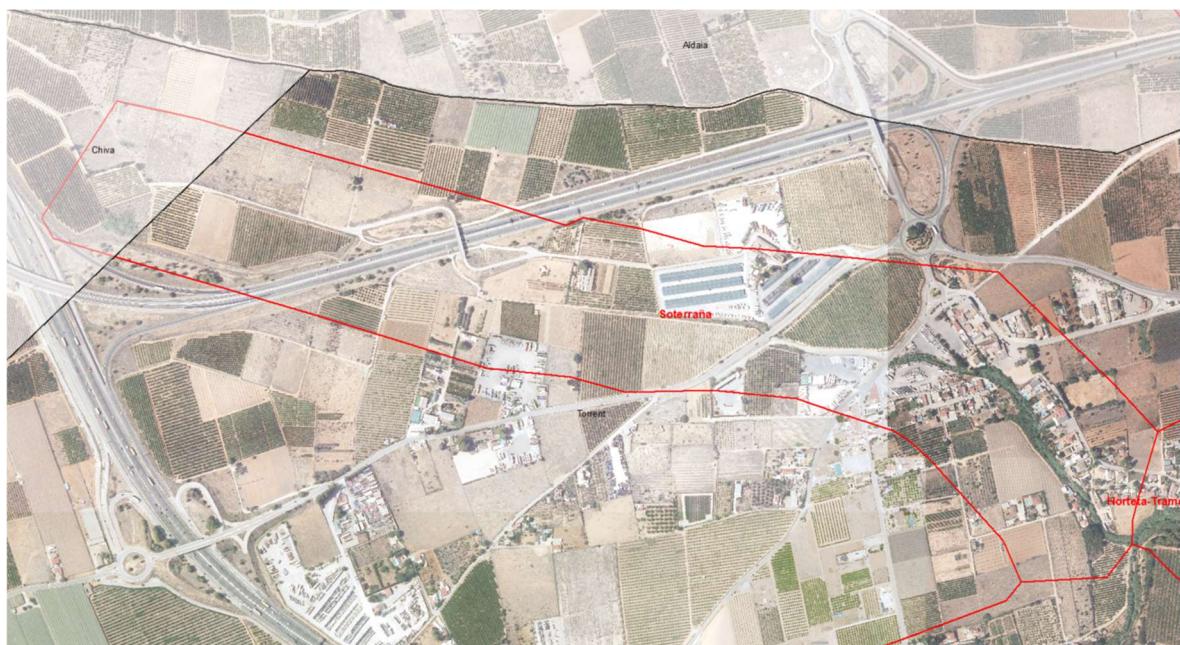


Figura 81. Ámbito del Barranco de la Soterraña..

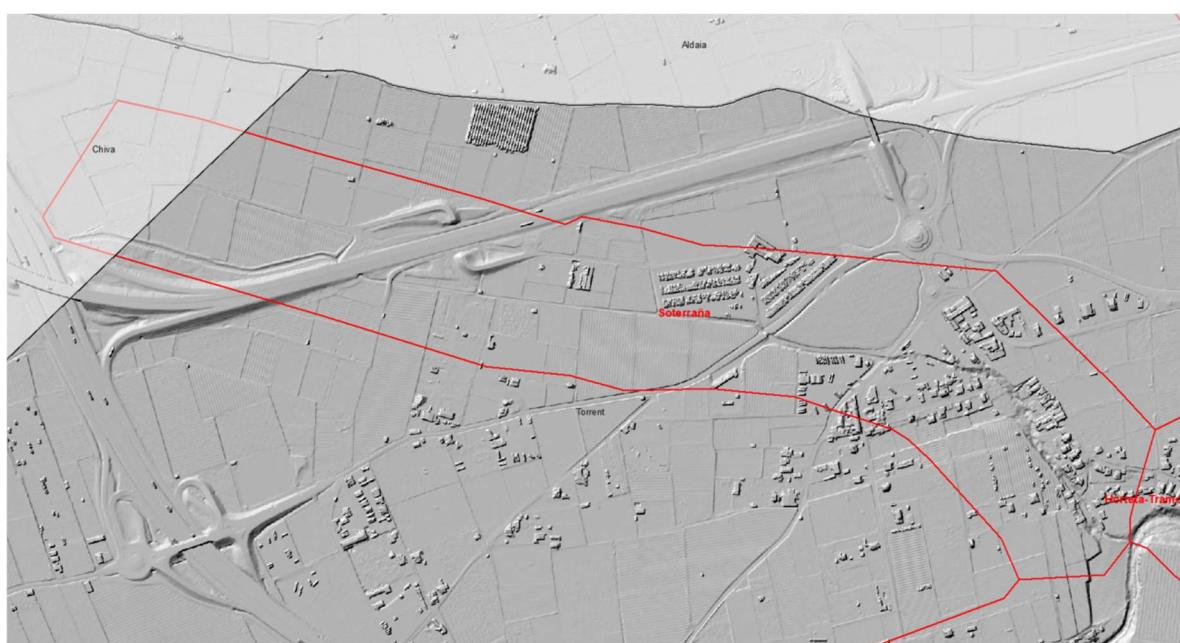


Figura 82. Barranco de la Soterraña. Mapa de sombras a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) en la situación de Pre-DANA.

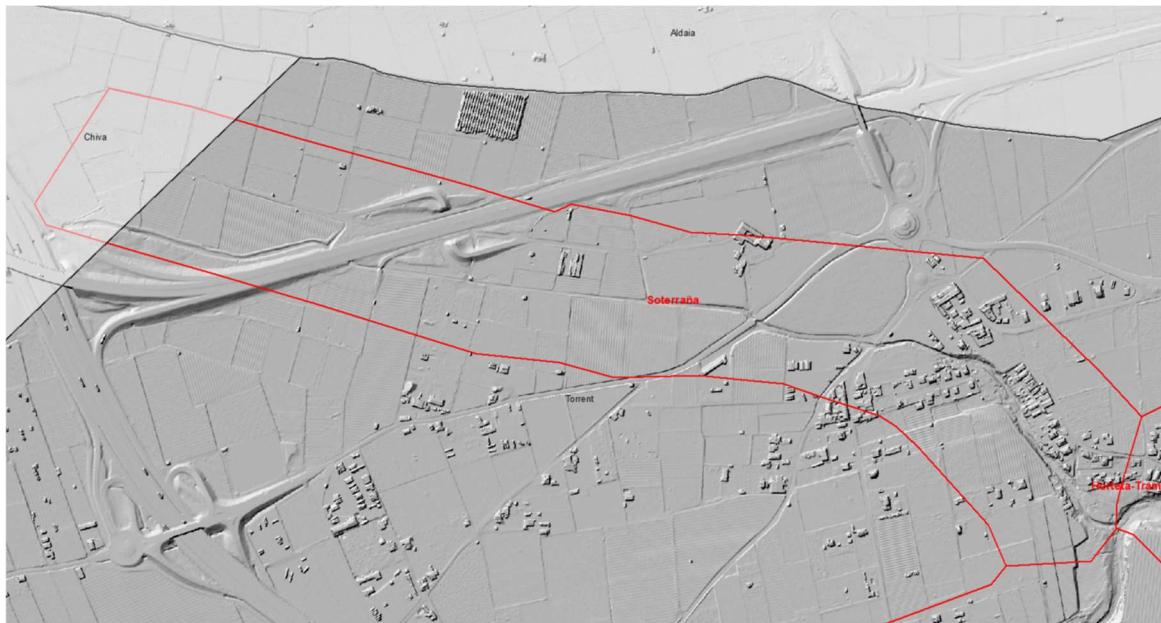


Figura 83. Barranco de la Soterraña. Mapa de sombras a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) en la situación de Post-DANA.

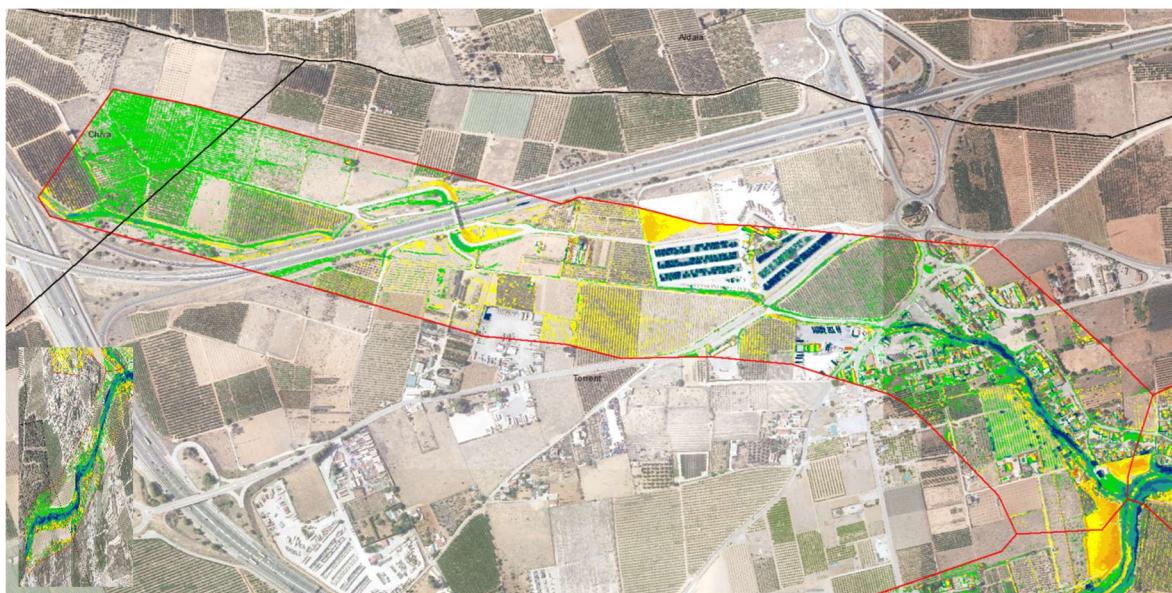


Figura 84. Barranco de la Soterraña. Movimientos de tierras producidos por la DANA entre la situación anterior a la misma y la situación posterior.

En este caso, el tramo estudiado tiene una longitud de 2.176 metros, presentando las afecciones más importantes en su recorrido más bajo, entre la carretera de Calicanto y su confluencia con el Barranco de L'Horteta. En este barranco se han erosionado del orden 88.239 m^3 y se han cuantificado 29.537 m^3 de depósitos, lo que supone un resultado negativo de 58.701 m^3 . El balance de volúmenes movilizados por kilómetro ha sido de 26.978 m^3 .

4.6.- BARRANCO DE LA BOTA

El Barranco de la Bota se sitúa en el límite más occidental de Torrent. Esta rambla desciende desde las cumbres de Calicanto, incorporándose desde el término municipal de Godelleta, y confluye en el Barranco de la L'Horteta por su margen izquierda aguas arriba del Núcleo 32 de Torrent.

Su cauce transcurre entre cultivos y urbanizaciones, presentando un trazado muy indefinido en su tramo más elevado, pero pasa a tener una mayor presencia a partir del Núcleo 30 de Torrent. Eso hace que en su tramo bajo presente una sección hidráulica importante, muy encajada respecto a su entorno, situándose las viviendas en sus elevadas terrazas fluviales.

En la imagen siguiente puede apreciarse esa diferencia entre su tramo de aguas arriba (hacia la izquierda de la imagen), con un trazado apenas perceptible, respecto a su tramo más bajo, en el que el recorrido del cauce está perfectamente definido por su vegetación de ribera.



Figura 85. Ámbito del Barranco de la Bota.



Figura 86. Barranco de la Bota. Mapa de sombras a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) en la situación de Pre-DANA.



Figura 87. Barranco de la Bota. Mapa de sombras a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) en la situación de Post-DANA.

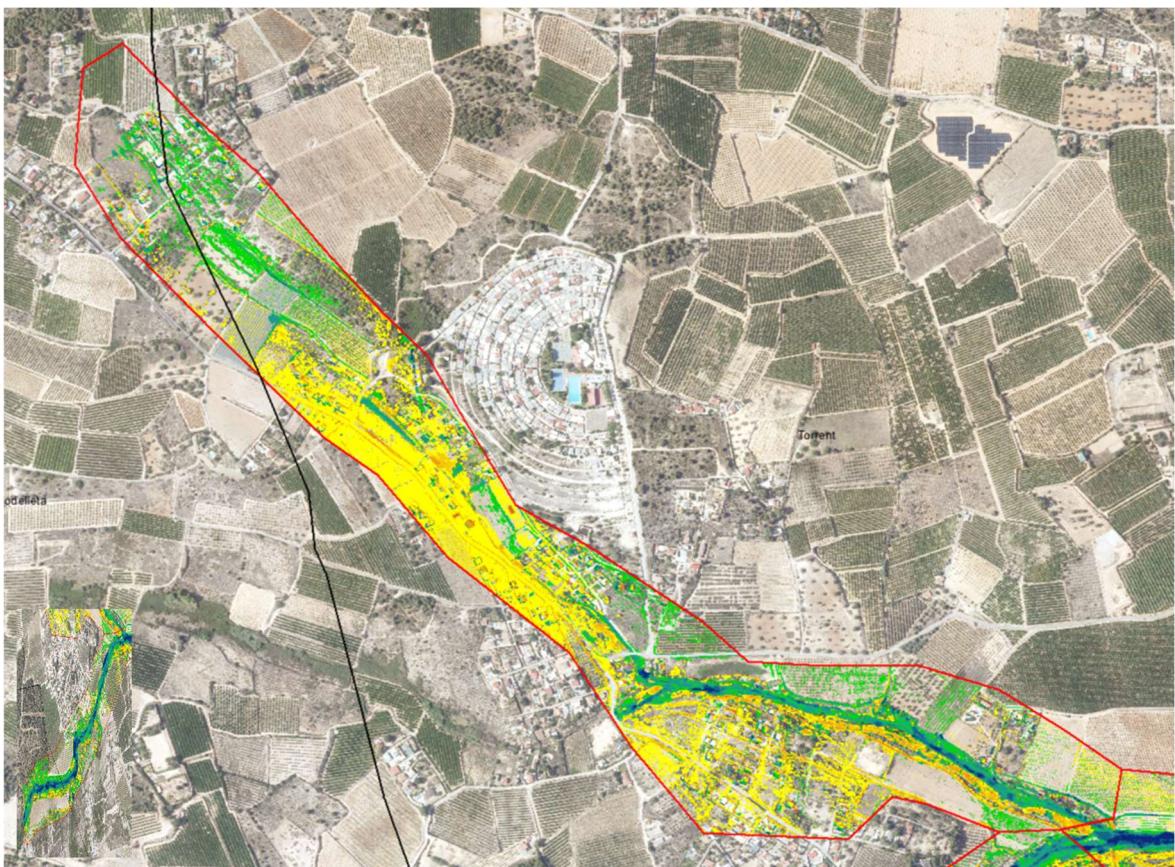


Figura 88. Barranco de la Bota. Movimiento de tierras producidos por la DANA entre la situación anterior a la misma y la situación posterior.

En el tramo estudiado, este barranco tiene una longitud de 2.464 metros, presentando su mayor afección en su recorrido más bajo, entre el Núcleo 30 y su confluencia con el Barranco de la L'Horteta, siendo el fondo del cauce el que mayor erosión ha presentado.

En este caso se han erosionado del orden 64.887 m^3 y se han cuantificado 73.423 m^3 de depósitos, lo cual supone un balance positivo de 8.536 m^3 . Es decir, es el único caso de entre los cauces estudiados que presenta un mayor volumen de depósitos de sedimentos, que de material erosionado. El balance de volúmenes movilizados en este caso ha sido de 3.464 m^3 por kilómetro.

4.7.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

En la tabla siguiente se resumen los volúmenes determinados para los diferentes tramos y cauces analizados. Como puede apreciarse, sólo en el Término Municipal de Torrent se han erosionado más de dos millones de metros cúbicos de suelo, mientras que cerca de un millón trescientos mil metros cúbicos han sido depositados. Esto ha dado lugar a severos cambios en la topografía y morfología de los cauces, así como a considerables daños materiales sobre bienes situados en sus riberas.

Nombre de Barranco	Volumen erosionado (m ³)	Volumen depositado (m ³)	Balance (m ³)	Longitud de cauce (m)	Volumen erosionado (m ³)/Km	Volumen depositado (m ³)/Km
B. de Horteta-Tramo 1	115.590	18.377	97.213	1.340	86.261	13.714
B. de Horteta-Tramo 2	824.819	683.998	140.821	9.600	85.919	71.250
B. de Horteta-Tramo 3	145.105	88.299	56.806	2.243	64.692	39.366
B. de Horteta-Tramo 4	172.653	95.296	77.357	2.344	73.658	40.655
B. de la Bota	64.887	73.423	-8.536	2.464	26.334	29.798
B. de la Soterraña	88.239	29.537	58.701	2.176	40.553	13.575
Cañada del Pequé	180.827	53.494	127.333	2.808	64.398	19.051
R. del Poyo-Tramo 1	249.337	99.305	150.032	3.065	81.350	32.400
R. del Poyo-Tramo 2	346.335	143.273	203.062	3.339	103.713	42.904
Total Ámbito	2.187.792	1.285.002	902.790	29.379	626.877	302.714
Balance pérdidas		902.790				

Tabla 16. Resumen de los volúmenes movilizados y longitud de cauces estudiados.

5.-PROPIUESTA DE ALTERNATIVAS Y ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LA REPOSICIÓN

5.1.- PROPUESTA DE ALTERNATIVAS PARA PROTECCIÓN DE LADERAS

En este apartado se van a proponer una serie de alternativas en cuanto a secciones tipo de estabilización y/o protección de los márgenes de los barrancos.

En este sentido, hay que remarcar que no se ha llevado a cabo un estudio de estabilidad de taludes específico, si no que se ha considerado la actuación en las distintas zonas en función de los recorridos de campo efectuados donde se han identificado los daños causados, los cuales se han recogido en el apartado 2 de este informe. Por ello, las secciones recomendadas se pueden considerar genéricas y no vinculantes ya que para decidir cuál de ellas adoptar, u otras que se consideren adecuadas, es necesario tener en cuenta que los factores principales que afectan en general a la estabilidad de los taludes pueden agruparse de la siguiente manera:

- Propiedades resistentes y deformacionales del terreno.
- Características físicas y geométricas de las discontinuidades existentes en materiales rocosos.
- Estado tensional.
- Efectos de sismo.
- Geometría del talud, altura, inclinación, etc.
- Técnicas constructivas.
- Condiciones del agua subterránea.
- Sistemas de drenaje.
- Técnicas de refuerzo o sostenimiento a adoptar.
- Modelo hidráulico e hidrológico.

Desde el punto de vista geológico, en nuestro caso en concreto, durante las visitas realizadas a campo, se ha constatado que los materiales geológicos de los cauces se componen básicamente de materiales predominantemente arcillo-arenosos con niveles más margosos. Puntualmente se detectan niveles de materiales detríticos más gruesos areniscas y conglomerados que indican períodos de mayor energía (ríos o abanicos aluviales) durante su formación.

Los colores que presentan son ocres, rojizos o grises y pertenecen a las unidades del Mioceno medio y superior que forman parte del relleno sedimentario de la Cuenca de Valencia, una depresión tectónica desarrollada a partir del Oligoceno (hace unos 34 millones de años) y activa durante todo el Terciario (Oligoceno, Mioceno y Plioceno). En esta cuenca se encuentran sedimentos terciarios que incluyen tanto materiales depositados en ambientes marinos someros como en sistemas fluviales, llanuras aluviales y lagunas costeras, siendo los dos primeros los predominantes en la zona estudiada (unidades 6 y 7 en la figura siguiente). Por encima de ellos, con escaso espesor y tapizándolos, existen materiales cuaternarios granulares provenientes de abanicos aluviales, que pueden apreciarse en la unidad 11 en la figura adjunta.

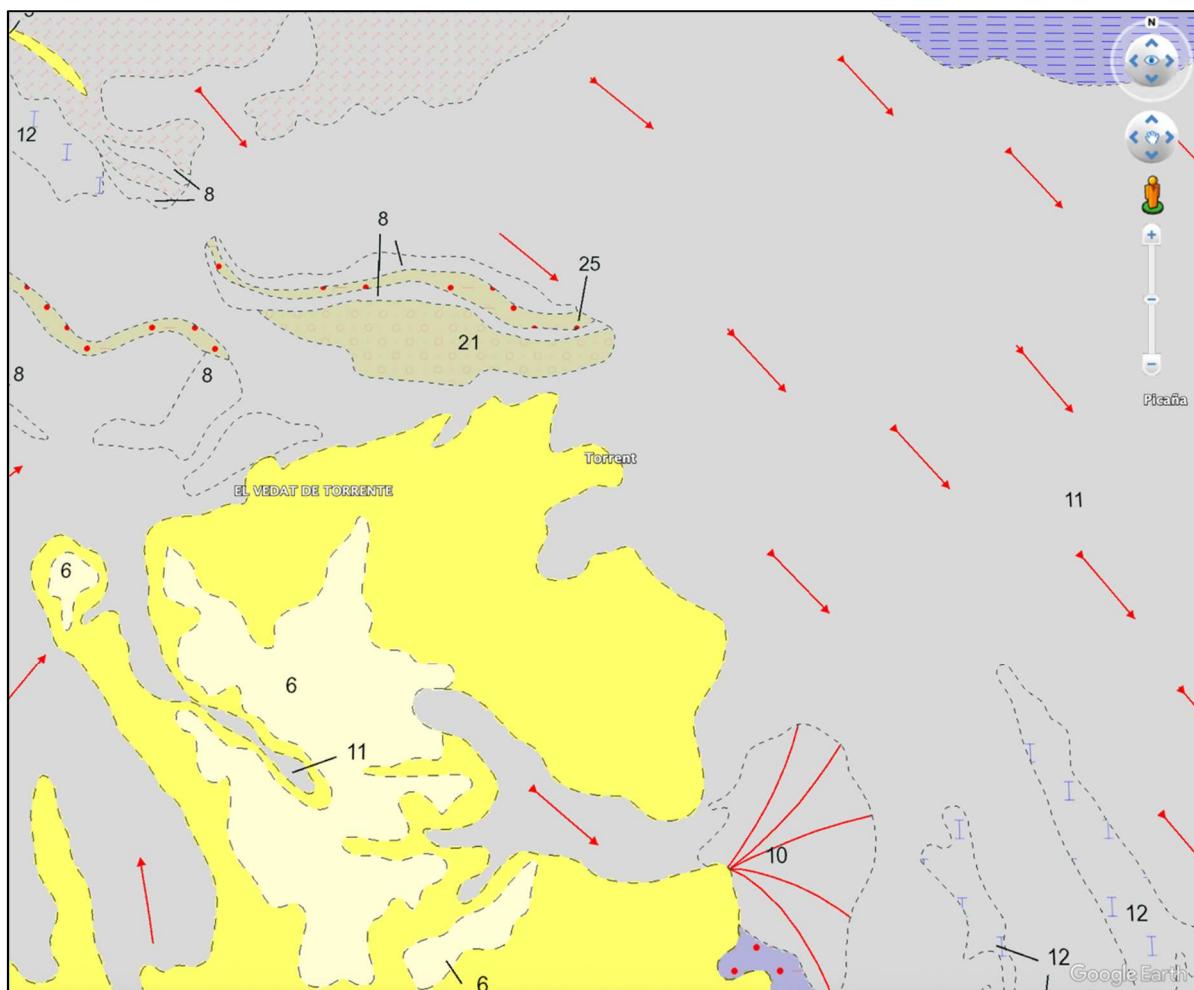


Figura 89. Mapa geológico de la zona con cartografía IGME, en el que se indica la ubicación de Torrent y del Vedat como referencia, utilizando como base Google Earth.

Las características de esos materiales (fundamentalmente granulares, pero con abundante presencia de materiales arcillosos) hacen que, las diferencias de humedad a lo largo del tiempo en las laderas estudiadas provocarán que las características tenso-deformacionales de los materiales varíen,

haciéndose menores, y evolucionando hacia un estado de mayor inestabilidad de dichas laderas. Esta humedad se podría generar, entre otras razones, bien por nuevas crecidas en los cauces, o bien como consecuencia de nuevas precipitaciones, aunque ambas sean de pequeña entidad.

Además, esta evolución hacia estados de mayor inestabilidad puede verse influenciada por otros factores como, por ejemplo, la humedad interna del suelo por la alta pluviometría acumulada de los últimos meses, o la elevada infiltración del agua en el suelo, consecuencia de la pérdida de cubierta vegetal tras el paso de la DANA. Esta pérdida de la vegetación anula efectos favorables para la estabilidad como la evapotranspiración, que favorecerían el secado del talud, o el cosido del suelo que proporciona el enraizamiento.

Por ello, independientemente de las secciones tipo de actuación que se propondrán después, no hay que descartar la utilización de revegetaciones en los márgenes de los barrancos. Este tipo de tratamiento reduciría el impacto visual y realzaría la calidad paisajística de las zonas donde se actúe.

En este sentido, hay que poner en valor el papel tan importante que juega la vegetación en el control de procesos y como elemento de protección y conservación del suelo, por la influencia que ejerce sobre él, tanto en superficie, protegiendo y sujetando el suelo, como en profundidad, al incrementar la resistencia y la cohesión de los terrenos. Además, tiene una influencia significativa en el nivel de humedad y su capacidad de retención de agua, tal y como se ha comentado anteriormente.

Es decir, la vegetación constituye una fase de interacción entre el suelo y la atmósfera, que se manifiesta a través de una serie de efectos hidrológicos y mecánicos, que se muestran en la figura de la página siguiente. Por tanto, influye en la forma en la que es transferida el agua de la atmósfera al terreno y modifica en cierta medida los sistemas de drenaje y profundo de éste. La existencia de una cubierta vegetal incrementa la capacidad de almacenamiento de agua del suelo y su tasa de infiltración.

Como consecuencia, se produce una reducción del volumen de escorrentía generado y de su velocidad, con el consiguiente efecto sobre la intensidad y extensión de los procesos erosivos. Como efectos mecánicos, la existencia de una cubierta vegetal aumenta la resistencia y la estabilidad del terreno en el que se desarrolla, al tiempo que protege la superficie de los terrenos ante la acción de agentes externos, como puede ser el viento (erosión eólica) o el pisoteo de personas y animales. Por último, las masas de vegetación de cierta altura pueden actuar como pantalla, modificando el régimen

de circulación superficial de los vientos y aminorando el ruido proveniente de actividades antrópicas y/o naturales.

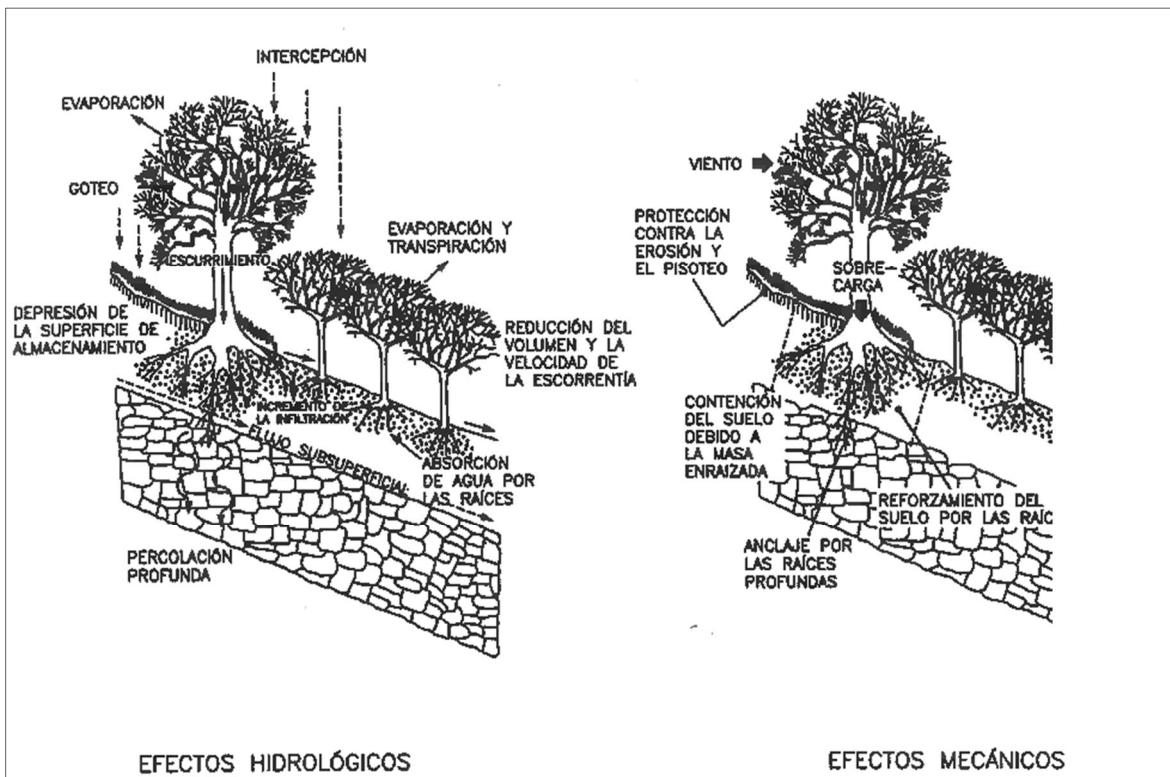


Figura 90. Efectos hidrológicos y mecánicos de la vegetación en una ladera, según Mataix (1999)¹.

Por otro lado, durante el reconocimiento de campo efectuado se ha podido constatar que las estructuras rígidas (muros convencionales) han funcionado, en general, bastante mal como puede apreciarse en la Fotografía A de las dos figuras que se muestran en la página siguiente. En contraste, las zonas donde existían medidas de estabilización más flexibles, tipo escollera o muros de gaviones, han funcionado relativamente bien como se ilustra en la Fotografía B.

Se puede apreciar, por tanto, la conveniencia de adoptar revestimientos que no tengan un comportamiento rígido, para que puedan seguir cumpliendo la función protectora del talud a pesar de sufrir deformaciones diferenciales o pérdida de parte de sus elementos. En un evento como el de la DANA, en el que coexistían diferentes sistemas de protección de laderas, puede apreciarse con claridad la desigual eficiencia y funcionalidad de los mismos, cuando dichos elementos han sido sometido a acciones extremas durante la crecida.



Figura 91. Fotografía A. Desestabilización de muro de hormigón en el Barranco del Poyo, al norte del polígono de Mas del Jutge.



Figura 92. Fotografía B. Muro mixto de gaviones y escollera en el Barranco del Poyo, junto a la CV-36.
Se puede apreciar que ha funcionado relativamente bien, a pesar de haber sufrido daños.

Por ello, las soluciones para estabilizar y proteger las laderas se basan en siete secciones propuestas con estructuras flexibles, siendo éstas, o bien de escollera o bien de gaviones o incluso una combinación de ambas.

En este sentido, instalar una escollera como sistema de estabilización y/o protección de taludes ofrece múltiples ventajas tanto estructurales como hidráulicas y ambientales, tales como:

- Control de la erosión. Esto es debido, principalmente, a que:
 - Disipa la energía del agua (lluvia, escorrentía, etc.), evitando que arrastre partículas del talud.
 - Protege tanto el pie como la cara del talud de la acción erosiva del agua.
- Estabilización mecánica, ya que:
 - Aporta peso y resistencia al deslizamiento.
 - Mejora la estabilidad global al aumentar la fricción interna y evitar roturas superficiales.
- Permeabilidad y drenaje natural, porque los bloques permiten el paso del agua entre ellos, evitando acumulación de presión de poros, lo que reduce el riesgo de inestabilidad por saturación del talud.
- Durabilidad y bajo mantenimiento, porque:
 - Las escollerías bien ejecutadas tienen una larga vida útil (décadas) y resisten condiciones severas, tal y como se ha comprobado en este evento catastrófico.
 - No requieren mantenimiento frecuente, salvo inspecciones periódicas.
- Facilidad de ejecución, ya que puede instalarse con maquinaria pesada sin necesidad de técnicas complejas y es adaptable a diferentes condiciones de pendiente, suelo y geometría.
- Compatibilidad ambiental y paisajística. Este hecho no es el más relevante, pero:
 - Puede integrarse visualmente en entornos naturales, especialmente usando roca local.
 - Ofrece hábitats para fauna pequeña (reptiles, insectos), favoreciendo la biodiversidad.
- Versatilidad, debido a que se puede usar en combinación con otras técnicas: geotextiles, gaviones, revegetación, etc.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que, aunque las escolleras tienen muchas ventajas, también deben diseñarse adecuadamente:

- Se debe dimensionar bien el tamaño y peso de los bloques según la pendiente, caudal de agua y tipo de terreno.
- En zonas muy sueltas, puede ser necesario colocar una capa filtrante o geotextil bajo la escollera.
- No es recomendable en suelos muy blandos sin refuerzo adicional, ya que puede hundirse o asentarse irregularmente.

Por su parte, y de igual modo que para las escolleras, las ventajas de utilizar gaviones en estabilización y protección de taludes pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Estabilidad estructural elevada, ya que hay que recordar que:
 - Los gaviones funcionan como muros de gravedad, resistiendo empujes del suelo y agua.
 - Aumentan la resistencia al deslizamiento del talud, especialmente en terrenos sueltos o erosionables.
- Control efectivo de la erosión, porque:
 - Protegen la superficie del talud frente a la escorrentía superficial y corrientes de agua, como es nuestro caso.
 - Disipan la energía del agua gracias a la forma irregular de las piedras, reduciendo su capacidad erosiva.
- Permeabilidad y drenaje. En este sentido hay que recordar que el agua puede pasar libremente entre las piedras, lo que evita acumulación de presión de poros detrás del muro o en el talud y, por tanto, mejora la estabilidad al mantener el talud bien drenado.
- Flexibilidad ante asentamientos o movimientos, ya que, a diferencia de estructuras rígidas (como muros convencionales de hormigón), los gaviones pueden adaptarse a deformaciones del terreno sin colapsar.
- Facilidad de instalación. Su montaje es relativamente sencillo, modular y puede realizarse sin maquinaria especializada. Además, los módulos se montan *in situ* y se rellenan con piedra local, reduciendo costos logísticos.
- Larga durabilidad. En este sentido es bueno hacer dos apuntes:

- Si se usa malla galvanizada o recubierta con PVC, tienen una vida útil prolongada.
- Resisten ambientes agresivos (fluviales, salinos, erosivos) si se eligen los materiales adecuados.
- 7. Bajo mantenimiento, porque una vez instalados correctamente, requieren poco o ningún mantenimiento y, en caso de rotura localizada, pueden repararse fácilmente sin desmontar toda la estructura.
- Integración paisajística y ecológica, ya que favorecen el crecimiento de vegetación entre las piedras, lo que:
 - Mejora la integración visual en entornos naturales.
 - Estabiliza aún más el talud con raíces.
 - Promueve la biodiversidad local.

A modo de resumen de lo anterior, en la tabla siguiente se comparan ambas soluciones, en función de diversos criterios:

Criterio	Escollera	Gaviones
Estabilidad	Depende del peso y fricción entre los bloques	Muy estable: la malla mantiene las piedras en su lugar
Drenaje	Alta permeabilidad natural	También permeables, pero más contenidas
Resistencia al deslizamiento	Alta (si está bien cimentada y con bloques grandes)	Muy alta: estructura armada que resiste presión lateral
Construcción	Rápida, menos precisa, requiere solo colocación de bloques	Más lenta: se arman las cestas, se rellenan y se colocan
Coste	Generalmente más económico (sin estructura metálica)	Más costoso (por materiales, armado y mano de obra)
Mantenimiento	Bajo, pero puede requerir recolocación por desplazamientos	Bajo, estructura muy estable
Durabilidad	Alta si se usa roca resistente	Alta, aunque la malla puede corroerse si no está galvanizada
Adaptabilidad	Buena para formas irregulares o naturales	Muy buena para formas definidas y estructuras verticales
Impacto visual	Más natural, se integra mejor en el paisaje	Más visible, aunque se puede disimular con vegetación

Tabla 17. Comparación, según diversos criterios, en la utilización de escollera y gaviones como sistema de estabilización y/o protección de taludes.

Por ello, según lo indicado anteriormente, se han definido los siete (7) tipos de secciones que se muestran a continuación:

- Muro de gravedad de escollera.

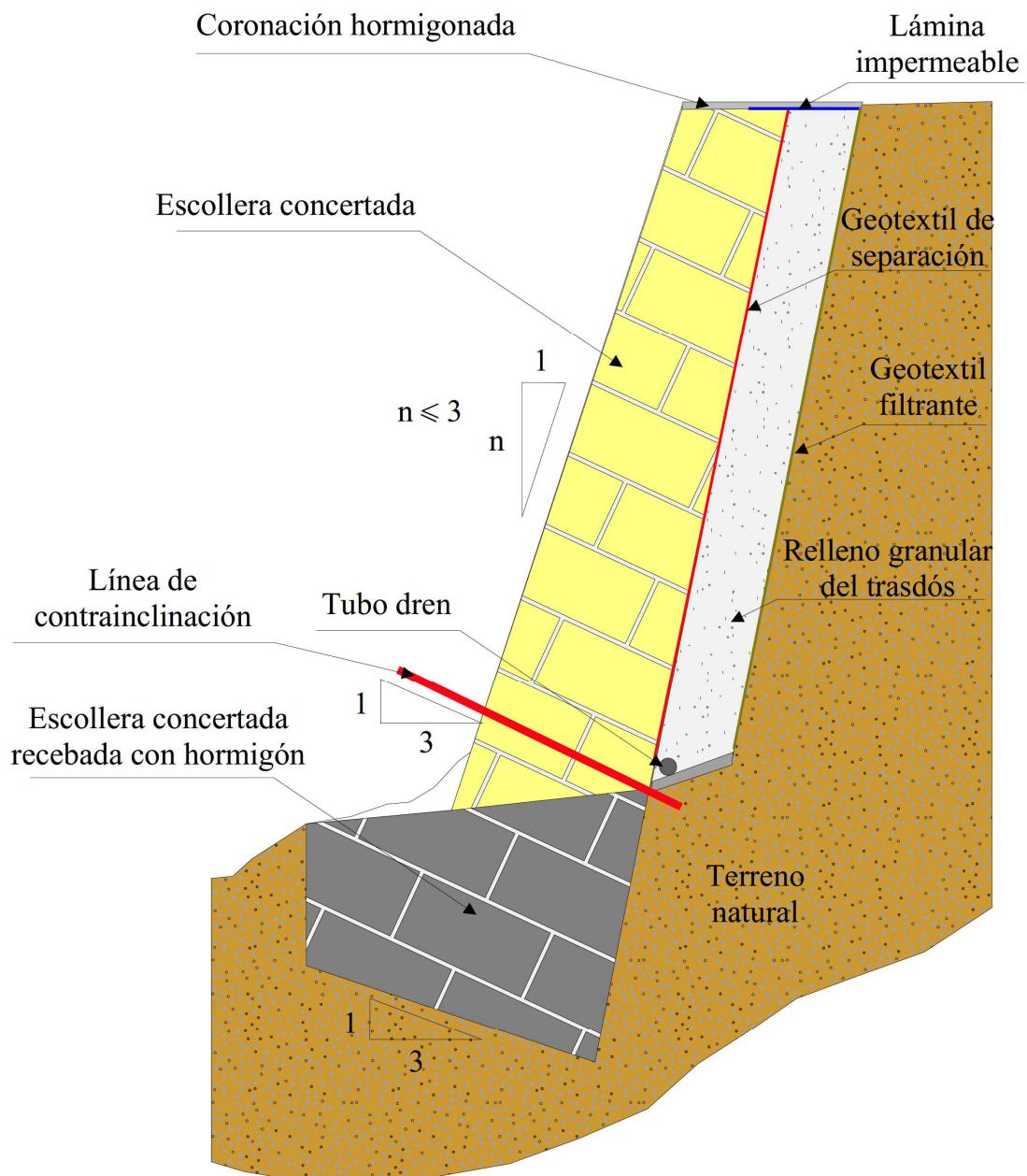


Figura 93. Sección tipo de muro de gravedad de escollera.

- Muro de gravedad de escollera y gaviones.

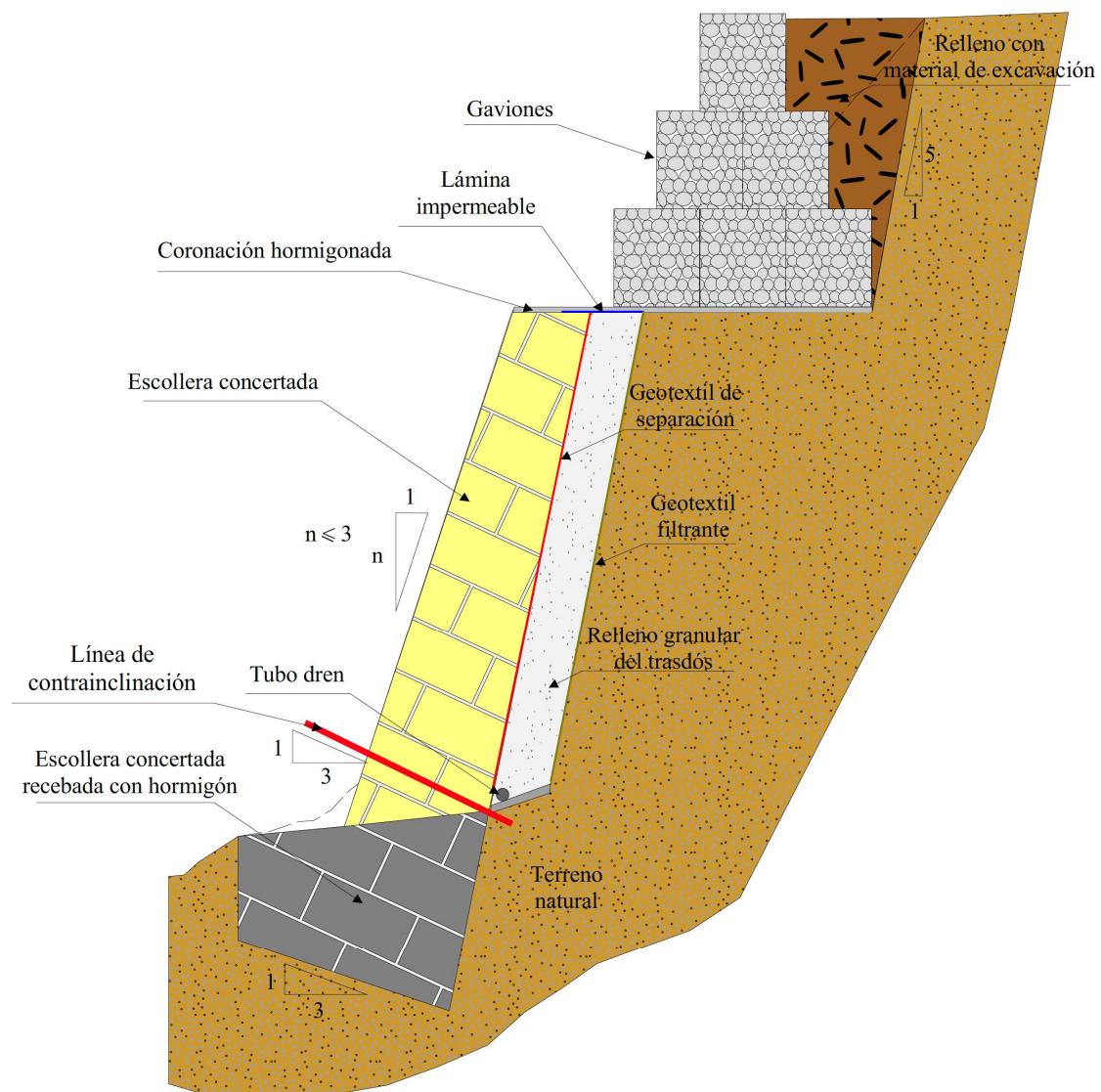


Figura 94. Sección tipo de muro de gravedad de escollera y gaviones.

- Muro de gaviones.

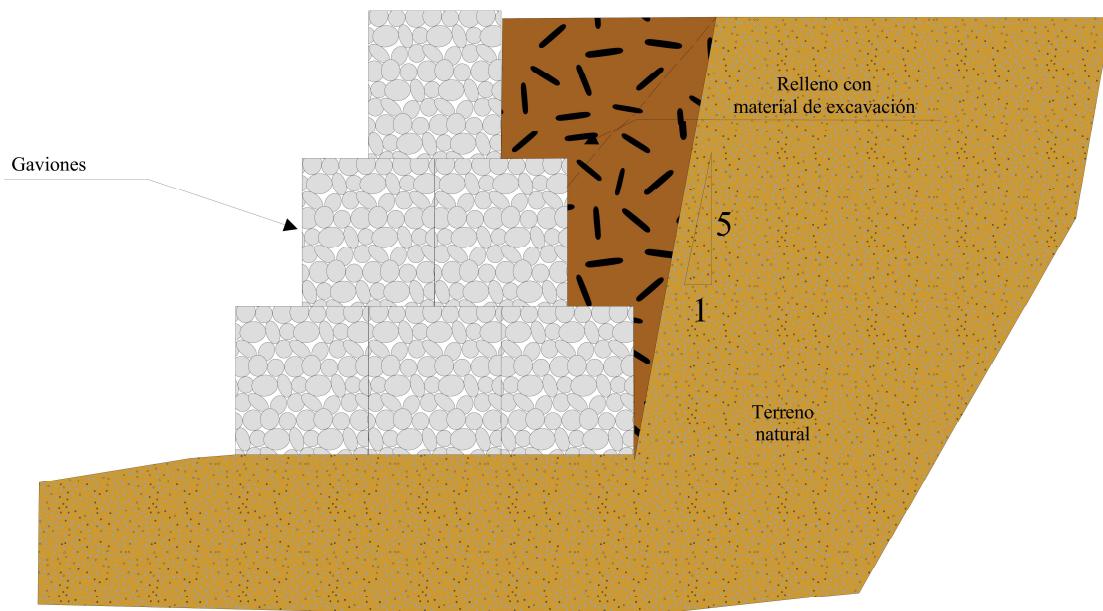


Figura 95. Sección tipo de muro de gaviones.

- Protección con gaviones.

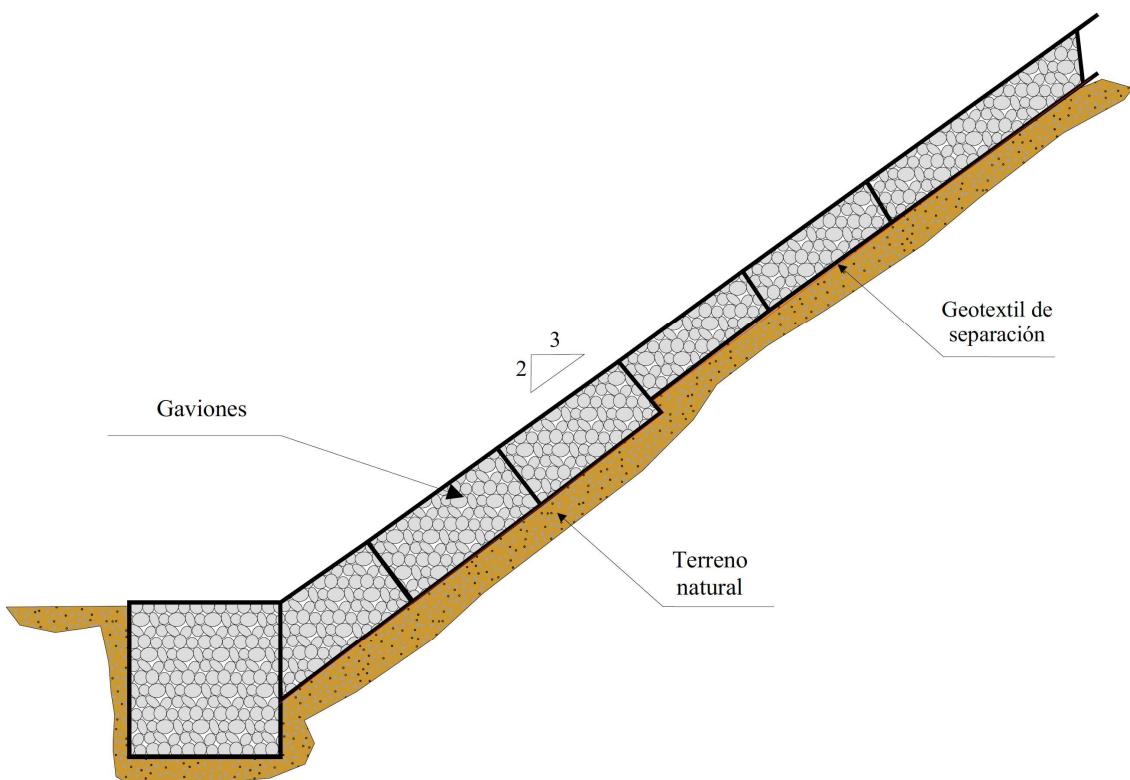


Figura 96. Sección tipo de protección con gaviones.

- Protección con escollera.

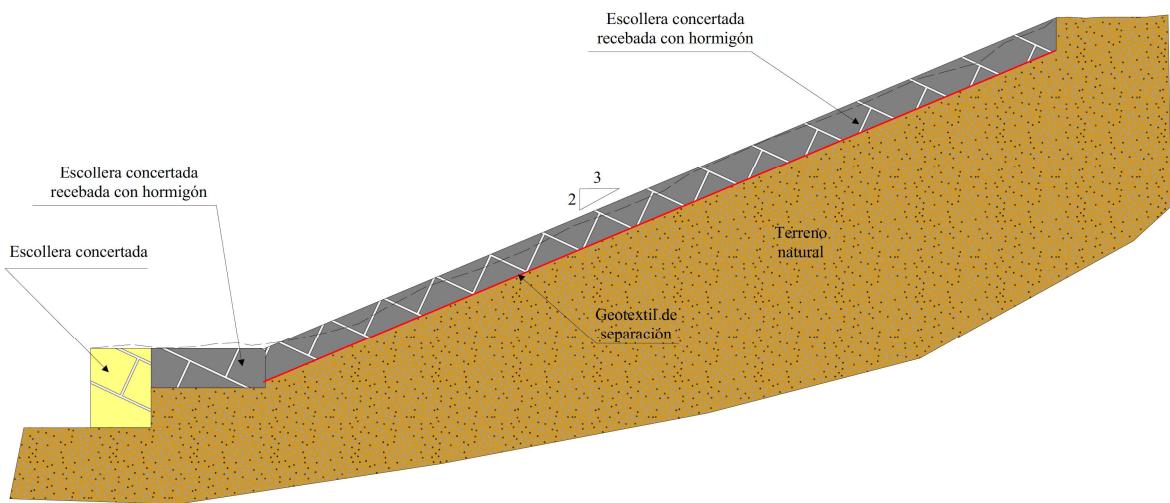


Figura 97. Sección tipo de protección con escollera.

- Protección tipo riprap con escollera.

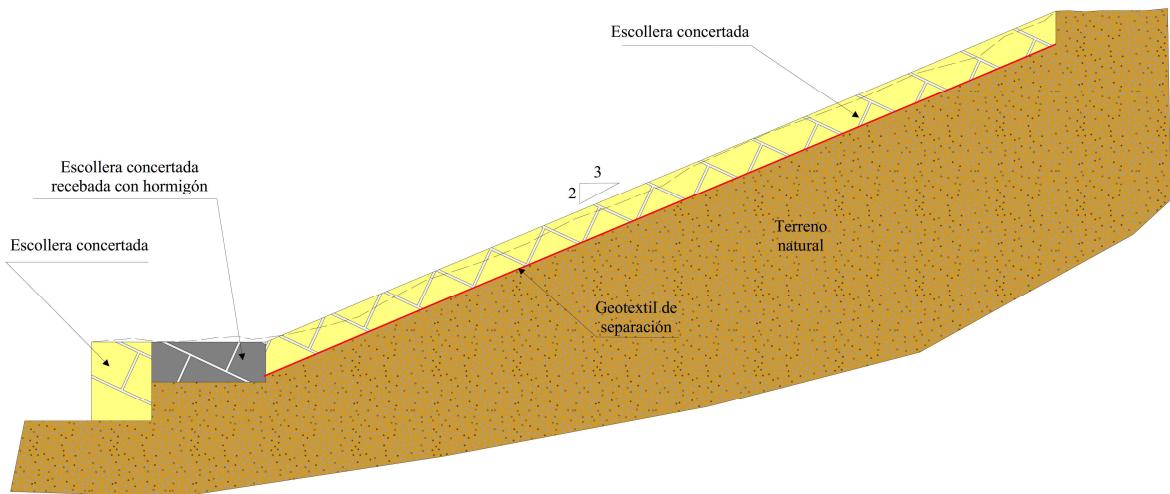


Figura 98. Sección tipo de protección tipo riprap con escollera.

- Muros de escollera con berma intermedia.

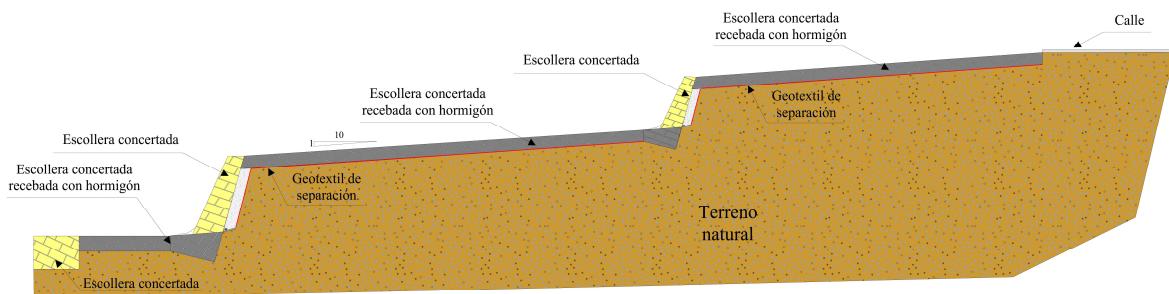


Figura 99. Sección tipo de muros de escollera con berma intermedia.

A modo de ejemplo, en la figura adjunta se muestra la solución adoptada en la calle Barranc de L'Horteta, entre los puntos kilométricos 0+070 y 0+170, según la numeración de secciones adoptada para la evaluación de daños en los tramos, que se describe en el apartado 3.1 del presente informe y en el Anexo 5.1 del documento.

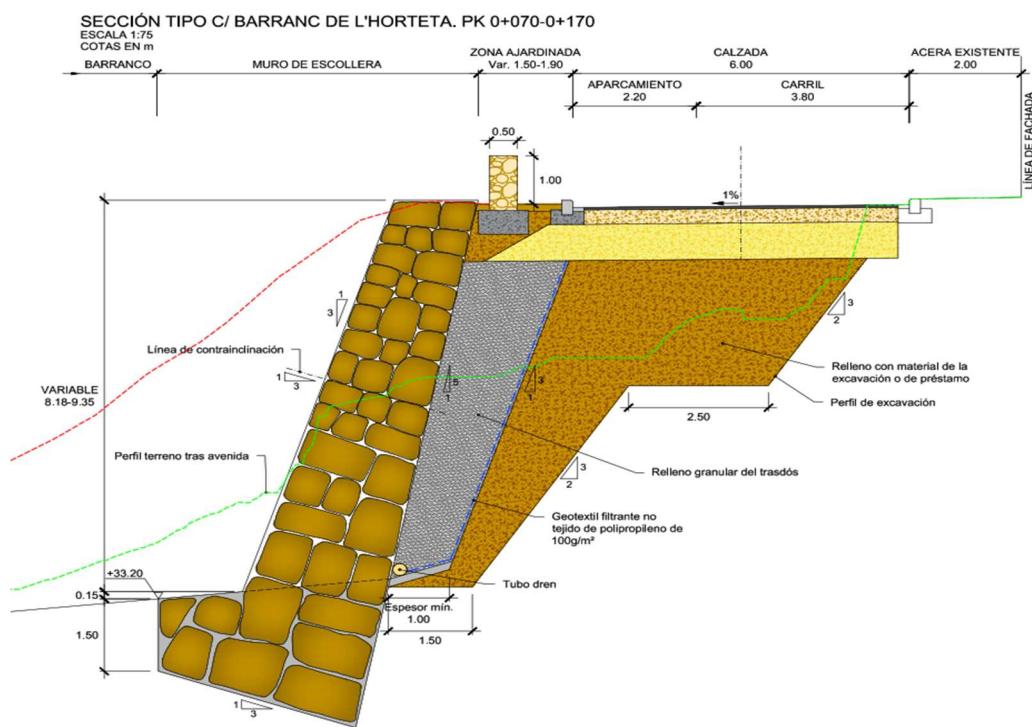


Figura 100. Sección adoptada mediante muro de gravedad de escollera en la calle Barranc de L' Horteta, entre los PK 0+070 y 0+170.

En el Anexo 2 del presente documento se muestran los análisis de estabilidad realizados para la empresa Geotecnikas Civiles, S.L., con el objetivo de confirmar su idoneidad como una solución

segura. Los resultados obtenidos para la sección analizada se muestran en las dos figuras siguientes; en ellas se comprueba que es estable y que, por tanto, el diseño del muro de escollera es adecuado y asegura la estabilidad de la ladera.

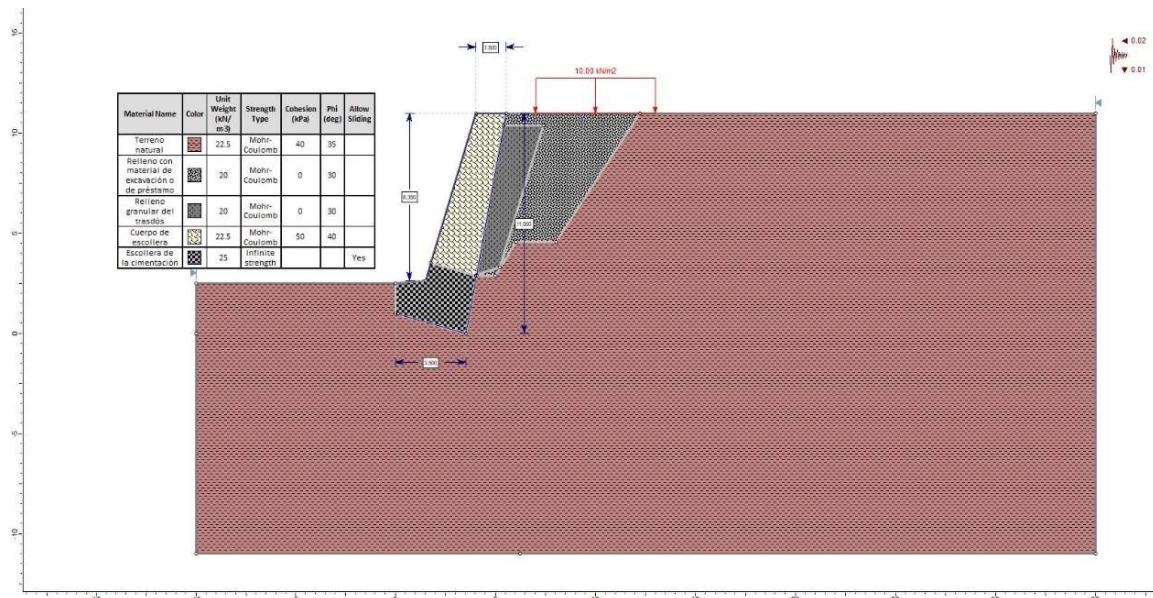


Figura 101. Resolución gráfica donde se muestra la geometría y las propiedades de los materiales consideradas en el cálculo de estabilidad, considerando sismo para la propuesta de la figura anterior. Modelización realizada mediante el programa “Slide2” de la firma “Rocscience”.

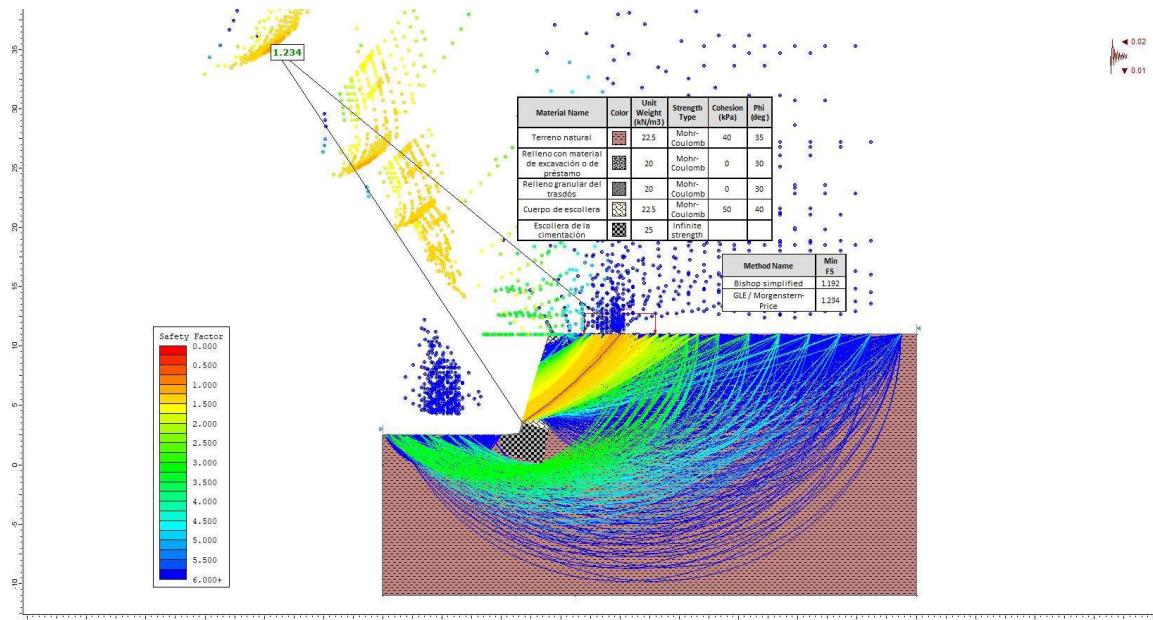


Figura 102. Resolución gráfica donde se muestran las superficies de rotura con factor de seguridad mínimo ($FS = 1.234$) obtenidas a partir de los supuestos mostrados en la figura anterior. Modelización realizada mediante el programa “Slide2” de la firma “Rocscience”.

Por último, hay que comentar que, además de estabilizar y/o proteger las laderas, también se debería considerar el mejorar la sección del cauce, llevando a cabo un vaciado de, al menos, parte de los elevados sedimentos depositados después de las inundaciones ocasionadas por el paso de la DANA del 29 de octubre de 2024.

Esto permitiría mejorar el comportamiento hidráulico de los barrancos y facilitaría una mejor funcionalidad de las secciones tipo propuestas anteriormente.

5.2.- ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE REPOSICIÓN DE LADERAS

5.2.1.- Generalidades

En este apartado se va a llevar a cabo una estimación económica de las posibles actuaciones a realizar exclusivamente en las márgenes y lecho de los barrancos del término municipal de Torrent, teniendo en cuenta varios aspectos para facilitar el cálculo de dicha estimación:

- Los diferentes barrancos analizados se han dividido en recorridos de longitudes variables, que incluyen uno o varios tramos de los recogidos en el Anejo 5, correspondiente a la identificación de daños llevada a cabo mediante las visitas de campo.
- Se ha considerado una altura promedio en cada una de las secciones para ambas márgenes.
- Como el objetivo de este análisis no es proponer ninguna solución constructiva concreta para los tramos dañados, sino estimar un coste orientativo para su restitución, no se propondrán soluciones concretas de entre las siete secciones tipo planteadas en el apartado anterior. Sin embargo, dichas secciones tipo sí se han tenido en cuenta internamente para llevar a cabo la valoración de las diferentes secciones de cada tramo.
- Para cada sección, se ha propuesto la extracción de un espesor variable de sedimentos depositados en los cauces.
- Las secciones se han numerado de forma independiente para cada uno de los barrancos, considerando el recorrido de dicha numeración en metros. El criterio para llevar a cabo esta ordenación ha sido colocar el origen aguas abajo de cada barranco, en su confluencia con otro cauce, y numerar según la distancia hasta dicha confluencia, según se expone en el

primer apartado del Anejo 5. En el caso de la Rambla del Poyo, el origen de la numeración se ubica en su desembocadura (en La Albufera).

- No se han considerado las afecciones a las estructuras civiles tales como azudes, acueductos, puentes, pasarelas, etc., existentes en los cauces. La valoración de esos elementos estructurales queda fuera del alcance de este trabajo.
- En esta estimación económica no se ha contemplado los costes de la urbanización de las zonas afectadas.

De este modo, en los apartados siguientes, se adjuntan las estimaciones económicas realizadas en los diferentes cauces. En ellos se expondrán las longitudes, las alturas medias de las márgenes y las necesidades de restitución consideradas para los diferentes tramos, parámetros que servirán como base para llevar a cabo una valoración económica orientativa de cada uno de ellos.

Los detalles de cada uno de los tramos analizados pueden consultarse en el Anejo 5 (visitas de campo), donde se adjuntan las fichas de cada una de las secciones. En esas fichas se identificarán igualmente el nivel de daños que se ha identificado en las diferentes zonas del cauce, y que servirá para abordar la valoración económica de su reparación. En ese sentido, por ejemplo, las zonas que presenten necesidad de restitución baja se considerará que no hace falta actuar sobre ellos, de modo que no serán tenidos en cuenta para esta valoración económica.

A continuación se mostrarán los tramos en los que se han dividido los diferentes barrancos, para plantear en ellos una estimación económica en afecciones que puedan considerarse más o menos homogéneas. En este sentido cabe indicar que como la casuística de daños es muy amplia, esta agrupación se ha tenido que realizar con una visión amplia y de un modo un tanto subjetivo, como única forma para poder proporcionar resultados concretos, aunque éstos resulten orientativos.

5.2.2.- Barranco del Poyo

En primer lugar se muestran los tramos en los que se ha dividido la Rambla del Poyo, para llevar a cabo la valoración económica para reparar sus zonas más dañadas. Esta división presenta una agrupación mayor que la planteada en el Anejo 5 del documento, por no tener sentido recurrir a soluciones específicas o extremadamente detalladas para cada zona dañada.

- Tramo de la Rambla del Poyo entre PK 13+500 y 13+890. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:720255; Y:4368500). Se ha considerado los siguientes parámetros para la estimación:
 - Longitud estimada: 350 m.
 - Altura media de los márgenes: 12 m.
 - Necesidad de restitución: Muy baja a baja. Se ha considerado únicamente reperfilado de taludes y limpieza de cauce.

Con estos supuestos anteriores, el valor estimado de las actuaciones asciende a 365.000€.



Figura 103. Vista del tramo entre PK 13+500 y 13+890 del Barranco del Poyo. Imagen modificada de “Google Earth”.

- Tramo de la Rambla del Poyo entre PK 13+890/14+150. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:719955; Y:4368641). Para este tramo se ha considerado los siguientes parámetros para la estimación:
 - Longitud estimada: 250 m.
 - Altura media de los márgenes: 10 m.
 - Necesidad de restitución: Baja. Se ha considerado únicamente protección de la margen izquierda (por la existencia de torres eléctricas en cabecera de los taludes) y limpieza de cauce (por la elevada contaminación apreciada).

Bajo estos supuestos anteriores, el valor estimado de las actuaciones consideradas se ha estimado en 1.120.000€.

El alcance de este tramo se representa en la figura siguiente, que como puede apreciarse, queda limitado entre el puente de la CV-33 y el del ferrocarril.



Figura 104. Vista del tramo entre PK 13+890 y 14+150 del Barranco del Poyo. Imagen modificada de “Google Earth”.

- Tramo de la Rambla del Poyo entre PK 14+150 y 15+055. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:719387; Y:4368822). Para este tramo, situado entre el viaducto del ferrocarril y el puente nuevo que conecta Torrent con Alaquas, se ha considerado los siguientes parámetros para la estimación:
 - Longitud estimada: 980 m.
 - Altura media de los márgenes: 10 m.
 - Necesidad de restitución: Baja a media. Se ha considerado únicamente protección de la margen derecha en la zona de la depuradora y limpieza de cauce en toda la extensión de la sección (por la elevada contaminación apreciada).

Bajo estos supuestos anteriores, el valor estimado de las actuaciones se valora en un importe aproximado de 1.650.000€.

El tramo considerado para este caso se muestra en la figura siguiente, cuyo recorrido dentro del barranco abarca entre el puente del ferrocarril y el puente nuevo que une las poblaciones de Torrent y Alacuás.



Figura 105. Vista del tramo entre PK 14+150 y 15+055 del Barranco del Poyo. Imagen modificada de “Google Earth”.

- Tramo de la Rambla del Poyo entre PK 15+055 y 15+685. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:718697; Y:4369105). Para este tramo, situado entre el puente nuevo que conecta Torrent con Alaquas, y el puente viejo que conecta ambas poblaciones, se han considerado los siguientes parámetros para llevar a cabo la estimación económica:
 - Longitud estimada: 630 m.
 - Altura media de los márgenes: 10 m.
 - Necesidad de restitución: Media a alta. Se ha considerado protección y estabilización de las márgenes (por la proximidad de la CV-36 y la existencia de viviendas), así como la limpieza de cauce en toda la amplitud de la sección, tanto por la elevada contaminación apreciada, como por el importante volumen de escombros acumulados.

Bajo los supuestos anteriores, el valor estimado de las actuaciones de reparación ascendería a un total de 6.200.000€.

El recorrido considerado para este caso se ilustra en la figura siguiente, en el que se aprecia el alcance del tramo entre los dos puentes mencionados.



Figura 106. Vista del tramo entre PK 15+055 y 15+685 del Barranco del Poyo. Imagen modificada de “Google Earth”.

- Tramo de la Rambla del Poyo entre PK 15+685 y 16+750. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:717988; Y:4368896). En este caso se ha considerado los siguientes parámetros para la estimación:
 - Longitud estimada: 1065 m.
 - Altura media de los márgenes: 10 m.
 - Necesidad de restitución: Alta. Se ha considerado protección y estabilización de las márgenes (por la existencia de inestabilidades del terreno evidentes, existencia de viviendas, muros descalzados o derruidos y cuyas piezas han quedado inestables, al igual que la pasarela que existía, viviendas desaparecidas, etc.) y limpieza de cauce en toda la extensión de la sección (por la contaminación apreciada y los numerosos escombros acumulados, además de necesitar no obstaculizar la circulación del flujo en la misma confluencia entre Poyo y Horteta).

Con estos supuestos anteriores, el valor estimado de las actuaciones en este tramo ascendería a un total de 7.300.000€. El recorrido que abarca este tramo se muestra en la imagen siguiente.



Figura 107. Vista del tramo entre PK 15+685 y 16+750 del Barranco del Poyo. Imagen modificada de “Google Earth”.

- Tramo de la Rambla del Poyo entre PK 16+750 y 18+195. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:716840; Y:4368651). Se ha considerado los siguientes parámetros para la estimación:
 - Longitud estimada: 1445 m.
 - Altura media de los márgenes: 15 m.
 - Necesidad de restitución: Muy alta. Se ha considerado protección y estabilización de las márgenes (la erosión ha dejado descalzada parte del Carrer del Mas del Jutge, quedando el talud prácticamente vertical y parte de su acera en voladizo, existencia de grietas de tracción de tamaño relevante, por lo que podrían producirse deslizamientos puntuales en futuras crecidas, la existencia de inestabilidades del terreno evidentes, existencia de viviendas y naves con riesgo de derrumbe, muros descalzados o derruidos y cuyas piezas han quedado inestables, al igual que la

pasarela que existía, viviendas y naves destruidas, etc.) y limpieza de cauce en toda la extensión de la sección (por la contaminación apreciada y los numerosos escombros acumulados, además de necesitar no obstaculizar la circulación del flujo en la misma confluencia entre Poyo y Horteta).

Con estos supuestos anteriores, el valor estimado de las actuaciones asciende a 14.100.000€. El tramo considerado se muestra en la fotografía adjunta.



Figura 108. Vista del tramo entre PK 16+750 y 18+195 del Barranco del Poyo. Imagen modificada de “Google Earth”.

- Tramo de la Rambla del Poyo entre PK 18+195 y 19+480, con las siguientes coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:715479; Y:4368742), y para el que se ha considerado los siguientes parámetros para la estimación:
 - Longitud estimada: 1285 m.
 - Altura media de los márgenes: 18 m.
 - Necesidad de restitución: Alta. Se ha considerado protección y estabilización de las márgenes (por las oquedades en el talud y la proximidad de algunas naves, lo que puede generar inestabilidad en algunos tramos y el riesgo puede ser extremo en próximas crecidas; además, en la margen derecha se han destruido varios elementos de contención, entre los que cabe destacar un gran muro en el mismo meandro que protegía la C/Hort de Soriano, donde parte de su acera ha quedado en voladizo, con

riesgo de desprendimientos) y limpieza de cauce en toda la extensión de la sección (por el elevado volumen de sedimentos, que se encuentra mezclado con depósitos de escombros).

Con estos supuestos anteriores, el valor estimado de las actuaciones asciende a un importe total de 9.400.000€. El tramo considerado se muestra en la imagen siguiente.



Figura 109. Vista del tramo entre PK 18+195 y 19+480 del Barranco del Poyo. Imagen modificada de “Google Earth”.

- Tramo de la Rambla del Poyo entre PK 19+480 y 20+140, que abarca dicho cauce aguas arriba del puente con la carretera CV-36, dentro del Término Municipal de Torrent. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:714947; Y:4369347). Para este caso se han considerado los siguientes parámetros para llevar a cabo la estimación económica:
 - Longitud estimada: 660 m.
 - Altura media de los márgenes: 6 m.
 - Necesidad de restitución: Baja a muy baja. Se ha considerado protección y estabilización de la margen derecha (donde ya lo estaba previamente) y ligera limpieza de cauce (por impacto ambiental).

Con estos supuestos anteriores, el valor estimado de las actuaciones ascendería a un total de 1.250.000€.

El tramo considerado se muestra en la fotografía siguiente, en la que como se puede apreciar, se engloba al canal Júcar-Turia. Sin embargo, la reconstrucción de su acueducto no ha sido considerado en esta estimación económica, al quedar las estructuras fuera del alcance de esta valoración.



Figura 110. Vista del tramo entre PK 19+480 y 20+140 del Barranco del Poyo. Imagen modificada de “Google Earth”.

5.2.3.- Barranco de L'Horteta

A continuación se muestran los tramos en los que se ha dividido el Barranco de L'Horteta, para llevar a cabo la valoración económica para reparar sus zonas más dañadas. Este cauce es un afluente de la Rambla del Poyo por su margen derecha, pero es el que mayor importancia presenta en el Término Municipal de Torrent por ser el que mayor recorrido presenta en su interior.

- Tramo del Barranco de L'Horteta entre PK 0 y 0+835. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:717281; Y:4368291). Se ha considerado los siguientes parámetros para la estimación:
 - Longitud estimada: 835 m.
 - Altura media de los márgenes: 15 m.

- Necesidad de restitución: Muy alta. Se ha considerado protección y estabilización de las márgenes (es una zona urbanizada muy afectada, tanto en edificios como en naves industriales y en las estructuras de contención que existían) y limpieza de cauce (zonas con acumulación y zonas socavadas, restos de estructuras, incluida la pasarela peatonal destruida, alta contaminación de sedimentos, etc.).

Con estos supuestos anteriores, el valor estimado de las actuaciones asciende a un importe aproximado de 8.900.000€. El tramo considerado en este caso se muestra en la figura siguiente.



Figura 111. Vista del tramo entre PK 0+000 y 0+835 del Barranco de L'Horteta. Imagen modificada de “Google Earth”.

- Tramo del Barranco de L'Horteta entre PK 0+835 y 1+370. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:716693; Y:4368155). Se ha considerado los siguientes parámetros para la estimación:
 - Longitud estimada: 435 m.
 - Altura media de los márgenes: 15 m.
 - Necesidad de restitución: Media a alta. Se ha considerado protección y estabilización de las márgenes (es una zona urbanizada afectada, tanto en edificios como en las estructuras de contención que existían, grietas de tracción longitudinales,

especialmente importantes a lo largo de la Calle Tonellet, etc.) y limpieza de cauce (zonas con acumulación de escombros, contaminación del cauce y restos de estructuras).

Bajo estos supuestos anteriores, el valor estimado de las actuaciones de restitución en este tramo ascendería a un total de 4.325.000€. El tramo considerado se muestra en la fotografía siguiente.

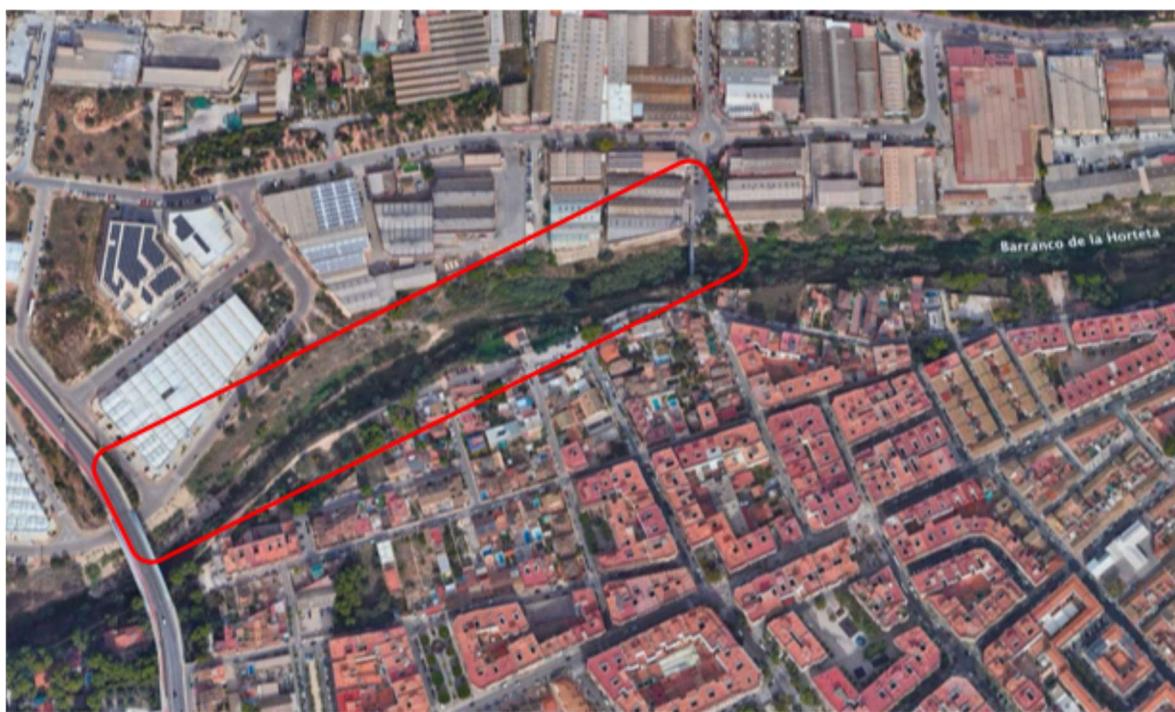


Figura 112. Vista de tramo entre PK 0+835 y 1+370 del Barranco de L'Horteta. Imagen modificada de “Google Earth”.

- Tramo del Barranco de L'Horteta entre PK 1+370 y 2+290. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:716022; Y:4367965). Se ha considerado los siguientes parámetros para la estimación:
 - Longitud estimada: 945 m.
 - Altura media de los márgenes: 9 m.
 - Necesidad de restitución: Media a alta. Se ha considerado protección y estabilización de las márgenes (zona urbanizada afectada, con reducción del cauce, muro de gaviones dañado y a calzada de la calle Lluis Beltrán ha quedado destruida parcialmente en gran parte de este tramo, con varios tramos casi en voladizo) y

limpieza de cauce (zonas con abundante acumulación de material granular tipo gravas y bloques, escombros, restos de estructuras, etc.).

Con estos supuestos anteriores, el valor estimado de las actuaciones ascendería a un importe estimado de 9.900.000€. El recorrido en el barranco considerado para este tramo se muestra en la fotografía siguiente.



Figura 113. Vista de tramo entre PK 1+370 y 2+290 del Barranco de L'Horteta. Imagen modificada de “Google Earth”.

- Tramo del Barranco de L'Horteta entre PK 2+290 y 2+775. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:715396; Y:4367916). Para este tramo, situado inmediatamente aguas arriba de la confluencia de la Cañada del Pequé, se ha considerado los siguientes parámetros para la valoración económica de la restitución:
 - Longitud estimada: 485 m.
 - Altura media de los márgenes: 10 m.
 - Necesidad de restitución: Muy baja a nula. Se ha considerado únicamente un saneo y reperfilado de los márgenes del barranco, especialmente junto a la Travesía Rosendo Montoro.

Considerando los parámetros anteriores, el valor estimado de las actuaciones asciende a sólo 50.000€. El importe tan bajo para reparar este tramo se debe a que las mayores afecciones se han producido sobre las parcelas privadas que estaban asentadas sobre la primera terraza del barranco, por su margen izquierda.

Sin embargo, los daños en las márgenes del barranco no presentan riesgos de inestabilidad ni necesidades urgentes de protección, mientras que en el cauce se han occasionado erosiones en la zona alta y depósitos de finos en el tramo bajo, que resultan perfectamente compatibles con el funcionamiento futuro del cauce, sin que requieran de intervención. El recorrido considerado para este tramo del Barranco de L'Horteta se muestra en la fotografía siguiente.



Figura 114. Vista de tramo entre PK 2+290 y 2+775 del Barranco de L'Horteta. Imagen modificada de “Google Earth”.

- Tramo del Barranco de L'Horteta entre PK 2+775 y 3+725. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:714770; Y:4367696). Se ha considerado los siguientes parámetros para la estimación:
 - Longitud estimada: 950 m.
 - Altura media de los márgenes: 6 m.

- Necesidad de restitución: Baja a muy baja. Se ha considerado únicamente un saneo y reperfilado de los márgenes del barranco, y una protección y estabilización de la margen izquierda desde el meandro hasta el azud del Pantano (daños en toda la línea de edificaciones próximas al barranco, muchos de los muros perimetrales se han desplomado, y en algunas viviendas la superficie pavimentada ha quedado en voladizo). También se ha considerado la limpieza de cauce (zonas con abundante acumulación de material granular tipo gravas y bloques, escombros, restos de estructuras (azud del pantano), etc.).

Con estos supuestos anteriores, el valor estimado de las actuaciones asciende a 2.750.000€, mientras que el recorrido del tramo considerado se muestra en la imagen adjunta.



Figura 115. Vista de tramo entre PK 2+775 y 3+725 del Barranco de L'Horteta. Imagen modificada de “Google Earth”.

- Tramo del Barranco de L'Horteta entre PK 3+725 y 4+445. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:714056; Y:4368002). Se ha considerado los siguientes parámetros para la estimación:
 - Longitud estimada: 720 m.
 - Altura media de los márgenes: 6 m.
 - Necesidad de restitución: Nula a baja. En esta zona ha habido afecciones sobre viviendas e incluso algunas han quedado completamente destruidas (por su ubicación inadecuada) pero la situación de los márgenes no presenta gravedad. Por

ello, se ha planteado únicamente un saneo y reperfilado de los mismos y una la limpieza de cauce (por la contaminación existente y los escombros y restos de viviendas).

Con estos supuestos anteriores, el valor estimado de las actuaciones asciende a un total estimado de 1.400.000€. El recorrido que abra este tramo se muestra en la fotografía siguiente.



Figura 116. Vista de tramo entre PK 3+725 y 4+445 del Barranco de L'Horteta. Imagen modificada de “Google Earth”.

- Tramo del Barranco de L'Horteta entre PK 4+445 y 4+730. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:713693; Y:4367963). Para este tramo se ha considerado los siguientes parámetros para llevar a cabo la estimación económica:
 - Longitud estimada: 285 m.
 - Altura media de los márgenes: 6 m.
 - Necesidad de restitución: Nula a muy baja en las laderas, a pesar de haber sufrido erosiones localizadas. Solamente se ha planteado una limpieza de cauce, por la contaminación existente como consecuencia de los vertidos de la granja situada en la margen derecha, cuyas instalaciones se han visto dañadas durante la DANA.

Bajo estos supuestos anteriores, el valor estimado de las actuaciones en eta zona ascenderá a un total de 345.000€.

El recorrido considerado para este tramo se muestra en la fotografía siguiente, en donde puede apreciarse la ubicación de la granja en la parte inferior de la imagen.



Figura 117. Vista de tramo entre PK 4+445 y 4+730 del Barranco de L'Horteta. Imagen modificada de “Google Earth”.

- Tramo del Barranco de L'Horteta entre PK 4+730 y 5+780. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:713217; Y:4367731). Se ha considerado los siguientes parámetros para la estimación:
 - Longitud estimada: 1050 m.
 - Altura media de los márgenes: 6 m.
 - Necesidad de restitución: Nula a baja. En esta zona ha habido afecciones sobre viviendas e incluso algunas han quedado completamente destruidas (por su ubicación inadecuada) pero la situación de los márgenes no presenta gravedad. Por ello, se ha planteado únicamente un saneo y reperfilado de los mismos y una la limpieza de cauce (por la contaminación existente y los escombros y restos de viviendas).

Con estos supuestos anteriores, el valor estimado de las actuaciones en esta zona asciende a un total de 1.400.000€. En la imagen adjunta se muestra el alcance del tramo considerado para este caso.



Figura 118. Vista de tramo entre PK 4+730 y 5+780 del Barranco de L'Horteta. Imagen modificada de “Google Earth”.

- Tramo del Barranco de L'Horteta entre PK 5+780 y 6+785, situado entre el final del meandro y el cruce del barranco con el by pass. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:712527; Y:4366915). En este caso se ha considerado los siguientes parámetros para la estimación:
 - Longitud estimada: 1005 m.
 - Altura media de los márgenes: 3 m.
 - Necesidad de restitución: Nula a baja. En esta zona ha habido afecciones sobre viviendas e incluso algunas han quedado completamente destruidas (por su ubicación inadecuada) pero la situación de los márgenes no presenta gravedad. Por ello, se ha planteado únicamente un saneo y reperfilado de los mismos y una limpieza de cauce (por los escombros y restos de viviendas existentes).

Con estos supuestos anteriores, el valor estimado de las actuaciones ascendería a un coste estimado de 1.300.000€. El recorrido considerado para este tramo se muestra en la fotografía siguiente.



Figura 119. Vista de tramo entre PK 5+780 y 6+785 del Barranco de L'Horteta. Imagen modificada de “Google Earth”.

- Tramo del Barranco de L'Horteta entre PK 6+785 y 7+165. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:711998; Y:4366793). Se ha considerado los siguientes parámetros para la estimación:
 - Longitud estimada: 380 m.
 - Altura media de los márgenes: 2 m.
 - Necesidad de restitución: Muy baja a baja. En esta zona ha habido afecciones sobre invernaderos y sobre el acueducto dels Arcs Baix, que ha quedado destruido casi por completo, pero la situación de los márgenes no presenta gravedad. Por ello, se ha planteado únicamente un saneo y reperfilado de los mismos y una limpieza de cauce (por la cantidad tan importante de escombros que convendría retirarlos, sobre todo, en la zona próxima a la carretera a Calicanto, que presumiblemente ahora se inundará con mayor facilidad debido a ese relleno de depósitos en el lecho). En el margen de la carretera a Calicanto también se propone una protección y estabilización del margen.

Con estos supuestos anteriores, el valor estimado de las actuaciones asciende a 860.000€. En esta zona existen daños sobre elementos patrimoniales que no han sido considerados en esta valoración, como la destrucción de un antiguo acueducto de importante valor histórico para el municipio. El recorrido que abarca este tramo se muestra en la imagen siguiente.



Figura 120. Vista de tramo entre PK 6+785 y 7+165 del Barranco de L'Horteta. Imagen modificada de “Google Earth”.

- Tramo del Barranco de L'Horteta entre PK 7+165 y 8+490. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:711498; Y:4366508). Se ha considerado los siguientes parámetros para la estimación:
 - Longitud estimada: 1325 m.
 - Altura media de los márgenes: 2 m.
 - Necesidad de restitución: Muy baja a nula. Solamente se ha planteado una limpieza de cauce (por el gran contenido de materiales depositados).

El tramo considerado para este caso se muestra en la fotografía siguiente, que como puede apreciarse abarca el recorrido situado al oeste del meandro. La escasa velocidad del flujo en esta zona, asociada a la importante sinuosidad del cauce en el interior del meandro, está relacionado con que los daños sobre el cauce resulten de escasa entidad.

Con estos supuestos anteriores, el coste estimado de las actuaciones asciende a un total estimado de 1.600.000€. En esta valoración no están incluidos los daños en el interior del meandro, que como se ha indicando al inicio del trabajo, al tratarse de bienes privados, no estarían incluidos en esta estimación económica para la restitución de daños.

Cabe indicar que es cuestión de tiempo que las actividades que se sitúan en esta zona interior del meandro vuelvan a ser arrasadas por futuras crecidas del barranco, debido a que la evolución geomorfológica del cauce está tendiendo a generar una corta fluvial a través de dicho meandro.



Figura 121. Vista de tramo entre PK 7+165 y 8+490 del Barranco de L'Horteta. Imagen modificada de “Google Earth”.

- Tramo del Barranco de L'Horteta entre PK 8+490 y 14+360. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:709837; Y:4365695). Se ha considerado los siguientes parámetros para la estimación:
 - Longitud estimada: 5870 m.
 - Altura media de los márgenes: 2 m.
 - Necesidad de restitución: Muy baja a nula. Solamente se ha planteado una limpieza generalizada del cauce (por el contenido de materiales depositados).

Bajo estos supuestos anteriores, el valor estimado de las actuaciones ascenderá a un total estimado de 3.525.000€. El recorrido considerado para este caso se muestra en la imagen siguiente, que como puede apreciarse, abarca una longitud mayor que los tramos anteriores.



Figura 122. Vista de tramo entre PK 8+490 y 14+360 del Barranco de L'Horteta. Imagen modificada de “Google Earth”.

5.2.4.- Barranco de la Soterraña (Partida de la Venteta)

- Tramo del Barranco de la Soterraña entre PK 0 y 0+300. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:713535; Y:4368190). Se ha considerado los siguientes parámetros para la estimación:
 - Longitud estimada: 300 m.
 - Altura media de los márgenes: 6 m.
 - Necesidad de restitución: Muy alta. Zona altamente urbanizada y con innumerables daños. Se ha considerado protección y estabilización de las márgenes (existencia de inestabilidades del terreno evidentes, existencia de viviendas y naves con riesgo de derrumbe, muros descalzados o derruidos y cuyas piezas han quedado inestables, viviendas destruidas, etc.) y limpieza de cauce en toda la extensión de la sección (por los numerosos escombros acumulados).

Con estos supuestos anteriores, el valor estimado de las actuaciones asciende a 5.600.000€. El alcance de este tramo se muestra en la fotografía adjunta.



Figura 123. Vista de tramo entre PK 0+000 y 0+300 del Barranco de la Soterraña (Partida de la Venteta).
Imagen modificada de “Google Earth”.

5.2.5.- Cañada del Peque

- Tramo de la Cañada de Pequé entre PK 0 y 0+240. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:715551; Y:4368197). Se ha considerado los siguientes parámetros para la estimación:
 - Longitud estimada: 240 m.
 - Altura media de los márgenes: 15 m.
 - Necesidad de restitución: Media. Se ha considerado reperfilado y protección de la margen izquierda (proximidad de naves industriales y talud muy verticalizado) y limpieza de cauce en toda la extensión de la sección (por los numerosos escombros y depósitos acumulados, con espesor estimado superior a los 6 m).

Con estos supuestos anteriores, el valor estimado de las actuaciones asciende a 950.000€.
El recorrido de este tramo se muestra en la fotografía siguiente.



Figura 124. Vista de tramo entre PK 0+000 y 0+240 de la Cañada del Pequé. Imagen modificada de “Google Earth”.

- Tramo de la Cañada de Pequé entre PK 0+240 y 0+690. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:715301; Y:4368418). Se ha considerado los siguientes parámetros para la estimación:
 - Longitud estimada: 450 m.
 - Altura media de los márgenes: 15 m.
 - Necesidad de restitución: Media a alta. Se ha considerado estabilización de la margen izquierda (proximidad de la zona urbanizada, incluso se ha destruido parte de la urbanización y el vial de la calle Mas del Jutge 2a y por la circulación de vehículos), reperfilado y saneamiento de la margen derecha y limpieza de cauce en toda la extensión de la sección (por los numerosos escombros y depósitos acumulados).

Con estos supuestos anteriores, el valor estimado de las actuaciones asciende a 4.435.000€. El tramo considerado se muestra en la fotografía adjunta.



Figura 125. Vista de tramo entre PK 0+240 y 0+690 de la Cañada del Pequé. Imagen modificada de “Google Earth”.

- Tramo de la Cañada de Pequé entre PK 0+690 y 0+810. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:714995; Y:4368459). En este caso, se ha considerado los siguientes parámetros para la estimación:
 - Longitud estimada: 120 m.
 - Altura media de los márgenes: 15 m.
 - Necesidad de restitución: Baja. Se ha considerado únicamente la limpieza de cauce en toda la extensión de la sección (por los numerosos escombros de gran tamaño y los depósitos acumulados).

Con estos supuestos anteriores, el valor estimado de las actuaciones ascendería a un importe de 435.000€. El tramo considerado se muestra en la fotografía siguiente. Como puede apreciarse, queda inmediatamente agua abajo de una nave industrial que ocasiona un importante estrechamiento en el cauce; gran parte de los escombros depositados en este tramo proceden de los daños ocasionados en dicha nave, así como de la escollera de protección perimetral que tenía su parcela.



Figura 126. Vista de tramo entre PK 0+690 y 0+810 de la Cañada del Pequé. Imagen modificada de “Google Earth”.

- Tramo de la Cañada de Pequé entre PK 0+810 y 0+930. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:714853; Y:4368420). En este caso, se ha considerado los siguientes parámetros para la estimación:
 - Longitud estimada: 120 m.
 - Altura media de los márgenes: 15 m.
 - Necesidad de restitución: Entre media y alta. Para esta reposición, se ha considerado protección y estabilización de la margen izquierda (existencia de manto de escollera sobre el talud de protección de las instalaciones de la empresa Transportes Expósito Vesemjel SL., que ha sido parcialmente destruida; en esa ladera hay riesgos evidentes de desprendimientos) y limpieza de cauce en toda la extensión de la sección (por los numerosos escombros acumulados), reperfilado y saneamiento de la margen derecha y limpieza de cauce en toda la extensión de la sección (por los numerosos escombros y depósitos acumulados).

Con estos supuestos anteriores, el valor estimado de las actuaciones asciende a 1.200.000€. El tramo considerado se muestra en la fotografía siguiente.



Figura 127. Vista de tramo entre PK 0+810 y 0+930 de la Cañada del Pequé. Imagen modificada de “Google Earth”.

- Tramo de la Cañada de Pequé entre PK 0+930 y 0+1250. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:714643; Y:4368397). En este caso, se ha considerado los siguientes parámetros para la estimación:
 - Longitud estimada: 320 m.
 - Altura media de los márgenes: 7 m.
 - Necesidad de restitución: Baja. Se ha considerado la limpieza de cauce (por los numerosos escombros y depósitos acumulados), así como medidas puntuales para que no se terminen de descalzar ciertos muros y medidas de estabilización existentes. Las obras de la restitución del badén de la Calle Ávila sobre el cauce no se consideran en esta valoración, según lo indicado al inicio del informe.

Con estos supuestos anteriores, el valor estimado de las actuaciones asciende a 650.000€. El recorrido de cauce considerado se muestra en la fotografía siguiente.



Figura 128. Vista de tramo entre PK 0+930 y 0+1250 de la Cañada del Pequé. Imagen modificada de “Google Earth”.

- Tramo de la Cañada de Pequé entre PK 1+250 y 1+380. Las coordenadas UTM del punto medio del recorrido son (X:714514; Y:4368468). Se ha considerado los siguientes parámetros para la estimación:
 - Longitud estimada: 130 m.
 - Altura media de los márgenes: 3 m.
 - Necesidad de restitución: Baja a media. Se ha considerado estabilización de la margen derecha, ya que, aunque el talud tiene poca altura y no presenta riesgo de inestabilidad en tiempo seco, el camino de la Banderilla se ha visto seriamente afectado por la riada, quedando algunos tramos casi descalzados. A pesar de ser un camino de escasa entidad, se trata de un recorrido con tránsito habitual de vehículos, en el que incluso siguen circulando coches a pesar de su mal estado.

Con estos supuestos anteriores, el valor estimado de las actuaciones asciende a 800.000€. El tramo considerado se muestra en la fotografía siguiente.



Figura 129. Vista de tramo entre PK 1+250 y 1+380 de la Cañada del Pequé. Imagen modificada de “Google Earth”.

- Tramo de la Cañada de Pequé entre PK 1+380 y 1+455. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:714457; Y:4368556). En este caso se ha considerado los siguientes parámetros para la estimación:
 - Longitud estimada: 75 m.
 - Altura media de los márgenes: 3 m.
 - Necesidad de restitución: Nula. No se ha considerado actuación en esta zona, ya que los daños son prácticamente inexistentes en las laderas aguas abajo del canal Júcar-Turia, aunque la vegetación ha sido eliminada por completo. Esto está relacionado con que, debido a la magnitud de la crecida, el flujo desbordó aguas arriba y una gran parte del caudal evacuó por el exterior de este tramo de cauce.

Por tanto, no se estima ningún valor económico. El recorrido considerado se muestra en la imagen siguiente.



Figura 130. Vista de tramo entre PK 1+380 y 1+455 de la Cañada del Pequé. Imagen modificada de “Google Earth”.

5.2.6.- Barranco de les Canyes

- Tramo del Barranco de les Canyes entre PK 0+200 y 2+340. Coordenadas UTM del punto medio del recorrido (X:713957; Y:4366564). Se ha considerado los siguientes parámetros para la estimación:
 - Longitud estimada: Todo el cauce dentro del Término Municipal.
 - Altura media de los márgenes: 2 m.
 - Necesidad de restitución: Nula. No se ha considerado actuación en esta zona ya aprecian daños en las márgenes ni en el cauce, indicativo de que por en este tramo el flujo no llevaba una velocidad significativa. Tampoco parece que esta rambla trasegase un caudal relevante, ya que algunos elementos del entorno del puente de la carretera de Monserrat no han sido dañados (como las biondas).

Por tanto, no se estima ningún valor económico. El tramo considerado se muestra en la fotografía siguiente.



Figura 131. Vista de tramo entre PK 0+200 y 2+340 del Barranc de les Canyes. Imagen modificada de “Google Earth”.

5.3.- PROPUESTA PARA RECUPERACIÓN DE ZONAS URBANIZADAS

Tras analizar en el apartado anterior el coste de reposición en las márgenes y en los cauces, a continuación se procederá a realizar una estimación orientativa del cuantía que supondría recuperar los daños que se hayan producido en las áreas urbanizadas. La valoración de estos costes de reposición se limita a los desperfectos ocasionados sobre la propia urbanización.

Para la realización de este apartado se han identificado previamente las zonas que presentan algún tipo de urbanización, vivienda o industria con acceso rodado, que se encuentra afectado por la huella de la inundación determinada por la Generalitat Valenciana, a fin de identificar el grado de afección sobre la urbanización, y en tal caso, evaluar los costes de posible restitución de la misma.

Al tratarse de una estimación de costes para restituir la urbanización preexistente, se han distinguido tres niveles de intervención que se han denominado alta, media y baja, describiéndose las mismas en los apartados siguientes.

A continuación, se incluye una imagen de Torrent en la que se representan los espacios urbanizados en los que se ha centrado este estudio. Esta imagen permite contextualizar espacialmente las áreas dañadas y visualizar de forma conjunta la localización de los ámbitos analizados, facilitando así la comprensión del grado de afección y las posteriores propuestas de intervención.

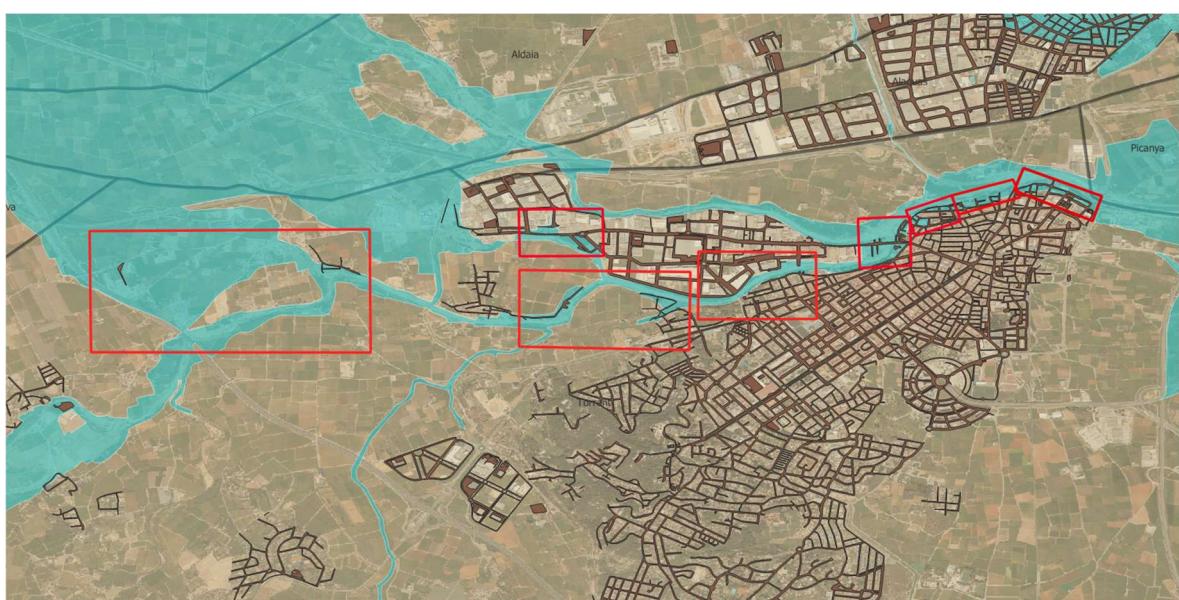


Figura 132. Zonas urbanizadas objeto de estudio, en las que se han identificado los principales daños.

Cabe añadir que a lo largo de las visitas a campo realizadas, se han identificado otros espacios urbanizados con daños, que no se han podido incluir en el listado anterior. Esto se debe a que la vasta extensión de los daños ocasionado por la DANA, impide realizar un estudio tan atomizado llegando a ese grado de detalle.

Por este motivo, se valorarán sólo las áreas en las que se identifican los daños urbanísticos más importantes, que son las expuestas en la figura anterior.

5.3.1.- Criterios para la recuperación

Con el fin de priorizar las actuaciones derivadas de los daños ocasionados por esta inundación, se han definido distintos niveles de intervención en función del grado de daño ocasionado sobre las calles y el mobiliario urbano. Para su representación cartográfica se ha empleado la siguiente codificación por colores:

- Nivel alto de intervención (color rojo): corresponde a las zonas más afectadas por la inundación, en las que es necesaria una restitución completa del viario y del mobiliario urbano. Estas actuaciones incluyen la reposición integral del firme, la reparación o sustitución de pavimentos, y la renovación del mobiliario dañado (bancos, papeleras, farolas, señalización, etc.).
- Nivel medio de intervención (color amarillo): hace referencia a áreas con un grado de afectación intermedio. En estas zonas las intervenciones se centran principalmente en labores de limpieza, reparación puntual del mobiliario urbano y restitución de los elementos dañados. El objetivo es recuperar la funcionalidad sin necesidad de realizar una sustitución completa de los elementos existentes.
- Nivel bajo de intervención (color verde): se trata de sectores con una afectación leve, donde las actuaciones previstas son fundamentalmente labores de limpieza y mantenimiento preventivo. Estas intervenciones buscan preservar el estado actual de las calles y evitar un mayor deterioro a futuro.

5.3.2.- Proceso de valoración

Los daños ocasionados en zonas urbanas que han sido afectadas durante la crecida resultan muy numerosos, por la gran extensión de la inundación ocasionada durante la DANA. Como resulta prácticamente inabordable realizar este trabajo a nivel de detalle, debido a la existencia de multitud de núcleos urbanos dispersos en el término municipal de Torrent, este análisis se centrará en las principales afecciones ocasionadas sobre las zonas urbanas principales.

Para ello, se han identificado 8 zonas en las que los daños sobre la urbanización han sido destacables, por lo que se han desarrollado sendas fichas de estas áreas analizadas, que han sido definidas como “tramos”. Para no extender en exceso este apartado de la memoria, estas fichas se han trasladado al Anejo 6 del presente informe, en el que puede seguirse de forma detallada este proceso de valoración.

A modo de ejemplo, para ilustrar el procedimiento que se ha seguido, se muestra el contenido de una de esas fichas para uno de los tramos situado en la zona norte de la población de Torrent. En la figura adjunta se representan los diferentes grados de afección en varias calles dentro del ámbito urbano, con los códigos de colores mencionados en el apartado anterior.

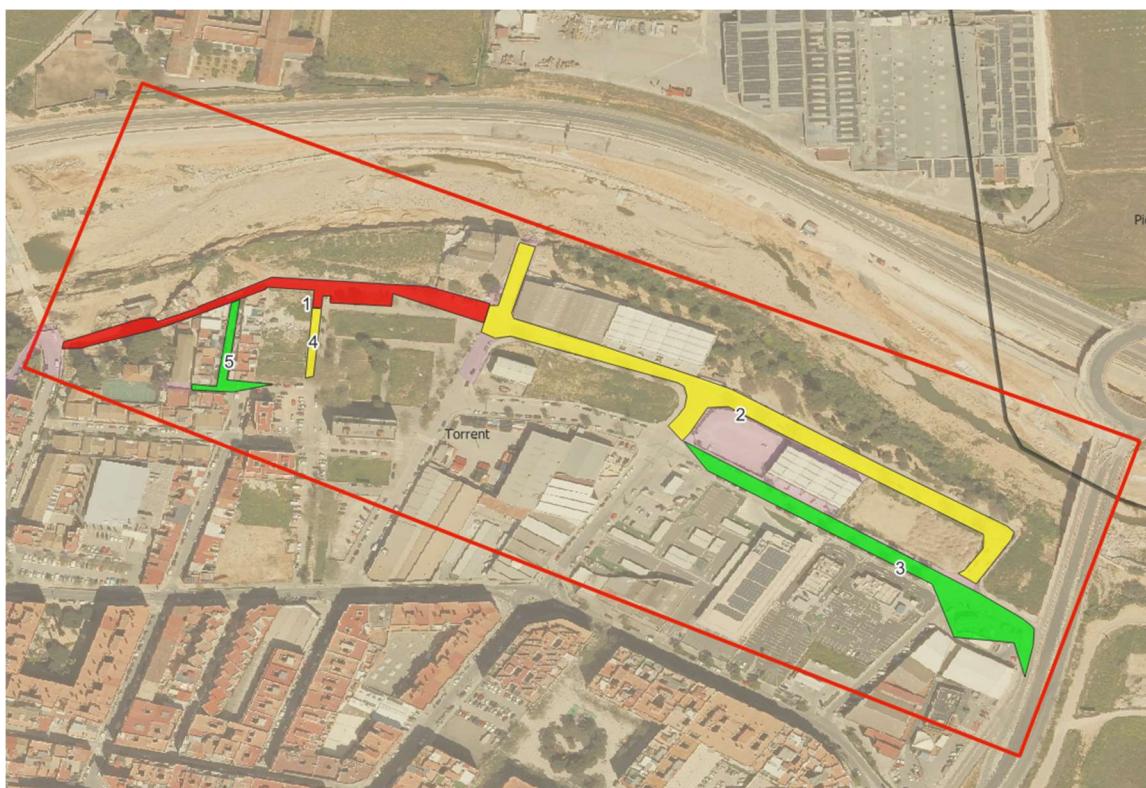


Figura 133. Ejemplo de daños en una de las zonas urbanizadas, en el entorno de calle del Barranc, de Mineta y dels Mauros.

De este modo, cada uno de los códigos de color establecidos en las diferentes calles, requerirá un nivel diferente del gasto de reposición de la urbanización. En base a ello, la estimación económica realizada para este tramo se muestra en la tabla adjunta.

Sector	Superficie (m ²)	Grado de intervención	Coste (€)
1	2.265	Rojo	453.000
2	4.855	Amarillo	461.225
3	3.083	Verde	154.150
4	229	Amarillo	21.755
5	469	Verde	23.450

Tabla 18. *Estimación económica de daños en la urbanización. Entorno de las calles del Barranc, de Mineta y dels Mauros*

Según lo indicado el inicio de este apartado, en el Anejo 6 se exponen todas las fichas desarrolladas para los ocho tramos urbanos estudiados, que analizan la reposición para estas zonas, así como la evaluación de los distintos grados de afección y su valoración económica.

5.4.- RESUMEN GLOBAL DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA

Por último, tras evaluar el coste de la reposición en los diferentes tramos de los distintos cauces, en el presente apartado se resume el coste de restitución para cada uno de ellos.

5.4.1.- Márgenes y cauces

Esta estimación económica para reparar las zonas afectadas, se limita a las laderas de los márgenes y al lecho de los cauces, quedando fuera de esta valoración muchos otros elementos que se han podido ver afectados durante la DANA, como puentes, acueductos, colectores urbanos, torres eléctricas, obras de drenaje, bardenes, asfalto en carreteras próximas, edificaciones, muros del cierre de parcelas, etc. Esta valoración se limita, por tanto, en aplicar medidas correctoras a los daños directos sobre laderas y lecho que hayan sido categorizados como más relevantes, según lo expuesto en el Anejo 5 del documento, que sintetiza las visitas a campo realizadas.

El resumen de los resultados obtenidos se expone en la siguiente tabla, desglosada por barrancos.

Cauce	Estimación económica
Barranco del Poyo	41.385.000 €
Barranco de L'Horteta	36.355.000 €
Barranco de la Soterraña (Partida de la Venteta):	5.600.000 €
Cañada del Pequé	8.470.000 €
Barranco de les Canyes	0 €

Tabla 19. *Estimación económica de la restitución de cauces dañados durante la crecida ocasionada por la DANA. Desglose por barrancos en el Término Municipal de Torrent.*

De este modo, la estimación global en todo el término municipal de Torrent ascendería a 91.81 millones de euros. Cabe recordar que esta valoración se basa en una estimación económica orientativa, en la que no se ha realizado un presupuesto detallado con todas las unidades de obra requeridas, como se realizaría en un proyecto constructivo. Esto quedaría fuera del alcance del presente estudio, tanto por la gran extensión de la zona afectada, como porque eso requeriría de un análisis de alternativas para cada caso que permita la elección de la solución idónea, lo cual exigiría estudios específicos de mayor calado que no son objeto del presente informe.

Esto implicará que, seguramente, el coste económico real de la reposición será superior al que se ha estimado. Cuando se realicen estudios de detalle para cada zona es probable que surjan nuevos condicionantes, que impliquen recurrir en algunos casos a soluciones de mayor complejidad a las alternativas estándar planteadas en este análisis general. Se trata, por tanto, de una valoración de mínimos, que tiene una alta probabilidad de verse superada.

5.4.2.- Zonas urbanas

A modo de resumen de los resultados obtenidos en las fichas anteriores se ha unificado en la tabla siguiente los costes de reurbanización o recuperación de espacios que han sido afectados por la DANA para poder tener una visión global de la inversión necesaria en materia de urbanización.

TRAMO	Superficie (m ²)	Coste (€)	Coste medio por superficie (€/m ²)
Tramo 1	10.901	1.113.580	102,15
Tramo 2	9.877	761.135	77,06
Tramo 3	7.295	560.230	76,80
Tramo 4	12.734	1.162.555	91,30
Tramo 5	16.759	1.676.150	100,01
Tramo 6	4.697	234.850	50,00
Tramo 7	9.923	551.185	55,55
Tramo 8	4.107	205.350	50,00
Total	76.293	6.265.035	82,12

Tabla 20. Coste medio de recuperación de la urbanización por tramos.

Los tramos 1 y 5 son los que mayor intervención requieren seguidos del tramo 4, todos ellos por encima del valor medio estimado para recuperar las áreas de urbanización dañadas por la DANA del 20 de octubre de 2024.

5.4.3.- Costes totales de reposición

Los trabajos realizados en este apartado, se resumen en la tabla siguiente:

Reposición	Estimación económica
Laderas y cauces con daños medios o altos	91.810.000 €
Zonas urbanizadas con mayores daños	6.265.035 €
Total	98.075.035 €

Tabla 21. Resumen del coste de reposición de las zonas más dañadas en laderas y cauces del término municipal de Torrent.

Por lo tanto, la cantidad total estimada ascendería a algo más de 98 millones de euros. Cabe indicar que en esta valoración sólo se ha considerado la reposición de las zonas más afectadas en los barrancos (márgenes y cauces), y los daños en la urbanización, por lo que el coste real de los daños ocasionados por la DANA será superior.

Así pues, en esta valoración no se han incluido los daños en infraestructuras como colectores, puentes, badenes, líneas de ferrocarril, la propia depuradora de Torrent, etc. Tampoco se han considerado los daños en propiedades particulares, como edificios, muros de cerramiento de parcelas, etc.

6.- MODELACIÓN HIDRÁULICA

6.1.- INTRODUCCIÓN

En el presente apartado se expondrá el proceso llevado a cabo para desarrollar los modelos hidráulicos que permitan estudiar con rigor las consecuencias que ha generado la DANA en el ámbito del Término Municipal de Torrent.

6.1.1.- Objetivos

Los objetivos que se persiguen con esta modelación hidráulica son básicamente dos:

- Analizar la evolución de la crecida en el entorno de la zona de estudio, con el objetivo de conocer los procesos que tuvieron lugar durante la inundación extrema del día 29 de octubre de 2024, y que ayude a la toma de decisiones para prevenir inundaciones futuras.
- Estudiar la posible variación del riesgo de inundación que se haya podido producir tras los cambios geomorfológicos ocasionados en los cauces. Es decir, los cambios geomorfológicos que ha ocasionado la DANA, tienen como consecuencia que las futuras crecidas producirán unos calados niveles de agua diferentes a los que se producían antes de dicho evento (para un mismo caudal). Estos posibles cambios en la peligrosidad de inundación fluvial será conveniente identificarlos.

6.1.2.- Elección del modelo

Debido a las características de la inundación en el ámbito de estudio, se ha optado por desarrollar un modelo hidráulico bidimensional para evaluar la inundación que tiende a producirse en el entorno del Pla de Quart, y que acaba influyendo de forma directa al Término Municipal de Torrent.

Este análisis bidimensional resulta fundamental en este caso, ya que en la región se combinan las crecidas de los barrancos de la región, con la inundación masiva que se produce en los llanos de inundación ocupados mayoritariamente por actividades agrícolas. Esta interrelación entre barrancos y áreas de inundación resulta extremada compleja, pues las aguas van moviéndose entre ambos bajo una interrelación compleja que queda condicionada por multitud de elementos antrópicos. Incluso, la

consideración o no de algunos de esos elementos, puede provocar que el flujo circule en un sentido o el contrario. Resulta fundamental, por tanto, contar con una herramienta fiable que sea capaz de simular estos procesos.

Con base a estos criterios, la herramienta de trabajo que se ha considerado idónea para llevar a cabo este estudio ha sido el programa HEC-RAS 6.3, software ampliamente contrastado a nivel mundial.

6.1.3.- Características principales

HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) es un software desarrollado por el U.S. Army Corps of Engineers (USACE) para simular el flujo de agua en canales naturales y artificiales. La versión 6.3 permite modelado unidimensional (1D), bidimensional (2D) y combinado 1D/2D, incluyendo flujo permanente, no permanente, transporte de sedimentos y la inclusión de estructuras hidráulicas, como puentes, diques, obras de drenaje transversal, etc.

Para la modelación del flujo unidimensional (1D), el HEC-RAS utiliza las ecuaciones de Saint Venant, que son una forma simplificada de las ecuaciones de Navier-Stokes para flujo en lámina libre, aplicadas a un movimiento transitorio, que básicamente se resumen en:

- Ecuación de continuidad: $\partial A / \partial t + \partial Q / \partial x = 0$
- Ecuación de cantidad de movimiento: $\partial Q / \partial t + \partial / \partial x (Q^2 / A + gAh) = gA(S_f - S_0)$

En la modelación bidimensional (2D), HEC-RAS resuelve las ecuaciones de Saint Venant en dos dimensiones o la onda difusiva, dependiendo de la configuración del modelo y del grado de precisión que se desee obtener con la simulación. En este caso, las ecuaciones de continuidad y cantidad de movimiento quedan:

- Ecuación de continuidad: $\partial h / \partial t + \partial(hu) / \partial x + \partial(hv) / \partial y = R$
- Ecuación de cantidad de movimiento:

$$\text{En el eje } x \rightarrow \partial(hu) / \partial t + \partial(hu^2 + \frac{1}{2}gh^2) / \partial x + \partial(huv) / \partial y = -gh\partial z / \partial x - \tau_x$$

$$\text{En el eje } y \rightarrow \partial(hv) / \partial t + \partial(huv) / \partial x + \partial(hv^2 + \frac{1}{2}gh^2) / \partial y = -gh\partial z / \partial y - \tau_y$$

Para resolver estas ecuaciones, el HEC-RAS utiliza un esquema de diferencias finitas sobre una malla computacional definida previamente por el usuario.

Para la simulación de estructuras, el programa permite incluir puentes, presas, compuertas, obras de drenaje transversal y alcantarillas. Éstas se modelan introduciendo una serie de condiciones específicas en las ecuaciones de flujo, como coeficientes de pérdida de energía, coeficientes de expansión y contracción, etc.

En resumen, este software permite simular escenarios de inundación teniendo en cuenta la mayor parte de parámetros que intervienen en el proceso de las crecidas, por lo que se considera adecuado para el desarrollo del presente trabajo.

6.2.- DESARROLLO DEL MODELO GEOMÉTRICO

A continuación, se describen los criterios con los que se ha elaborado el modelo geométrico que servirá como base para llevar a cabo la simulación hidráulica. Debido a que la inundación ocasionada por la DANA ha provocado importantes modificaciones en el entorno de los cauces, se trabajará con dos modelos geométricos que se exponen en los apartados siguientes.

6.2.1.- Terreno Pre DANA

Modelo Pre-DANA. Se utilizará una cartografía basada en los datos del LIDAR de 3^a cobertura, que han podido conseguirse para este trabajo, a pesar de no haber sido oficialmente publicados aún. A partir de esos datos LIDAR se ha generado un Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de 1 x 1 metros de precisión, en el que se han reperfilado los edificios para una mejor definición geométrica.

Para lograr una mejor capa base del terreno, se realizan las modificaciones necesarias del raster de elevaciones para corregir zonas que puedan no reproducir la realidad, como puentes, obras de drenaje, diques o pasos a nivel. Para este proceso ha sido necesario emplear un sistema de información geográfico (SIG). Este desarrollo resulta necesario lograr un modelo geométrico consistente, y evitar ciertos errores que pueden generarse por el uso de herramientas hidráulicas sobre modelos geométricos sin depurar.

Tras este proceso, se obtiene el siguiente modelo digital de elevaciones del terreno.

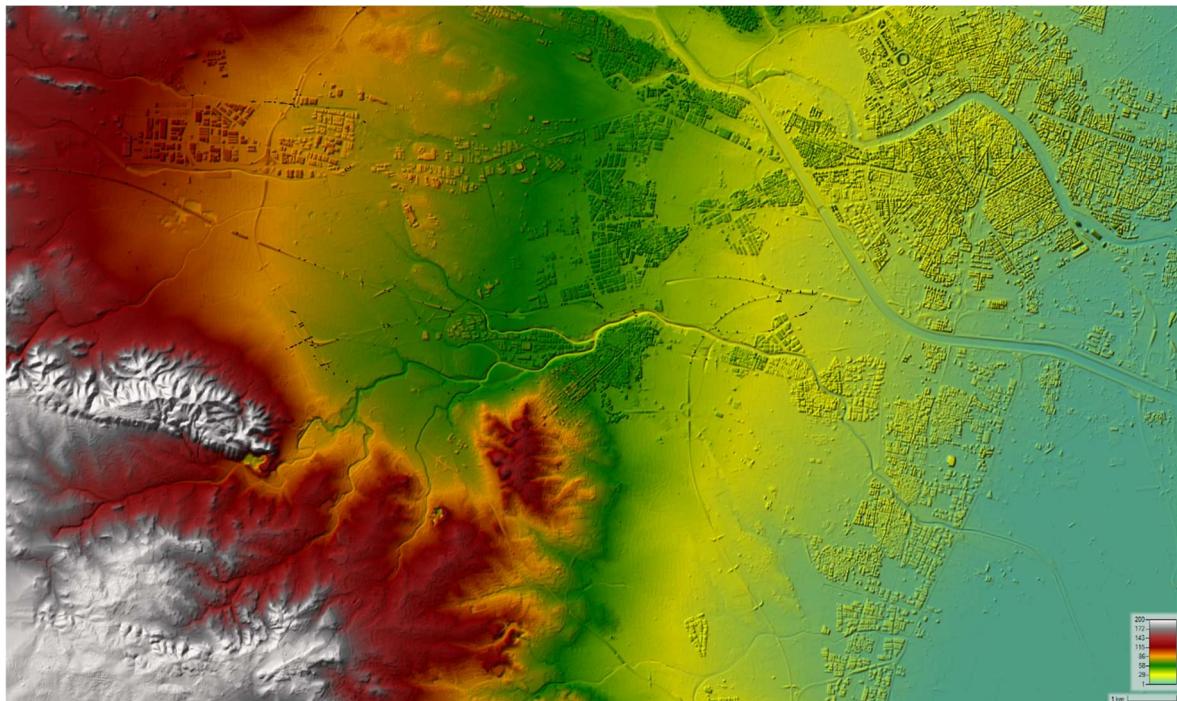


Figura 134. Modelo Digital de Elevaciones para el modelo hidráulico.

En la imagen adjunta se muestra en el entorno del casco urbano, puede apreciarse el grado de detalle alcanzado para la trama urbana, que permite llevar a cabo una simulación de precisión en el entorno de Torrent.



Figura 135. Detalle del MDE en el entorno del casco urbano de Torrent.

Ampliando esta cartografía en la zona de Mas del Jutge, puede apreciarse el elevado detalle del modelo digital de elevaciones.



Figura 136. Detalle del MDE en el polígono Mas del Jutge.

6.2.2.- Identificación del terreno Post DANA

Según se ha expuesto en el apartado 4 de este informe, para la identificar la cartografía del territorio tras el paso de la inundación del 29 de octubre de 2024 se ha llevado a cabo un vuelo fotogramétrico para realizar un levantamiento de detalle de los cauces en su estado posterior a la DANA. Esta cartografía se ha tomado mediante técnicas LIDAR de elevada precisión, de unos 150 puntos por m², generando posteriormente un MDE con celdas de 0.5 x 0.5 metros, y con una amplitud de unos 100 metros aproximadamente a cada lado de las márgenes de los diferentes cauces.

El recorrido del vuelo que se ha tomado en los diferentes cauces supera los 30 kilómetros repartidos del modo siguiente en cada uno de ellos:

- Rambla del Poyo: 9.76 km
- Barranco de L'Horteta: 15.63 km
- Cañada del Pequé: 2.84 km
- Barranco de Bota: 2.3 km
- Barranco de Soterraña (Venteta): 2.15 km

Este trabajo cartográfico considerará, por tanto, la nueva geomorfología de los cauces tras el paso de la DANA. El alcance del vuelo realizado en los principales cauces del municipio de Torrent, se muestra en la figura adjunta.

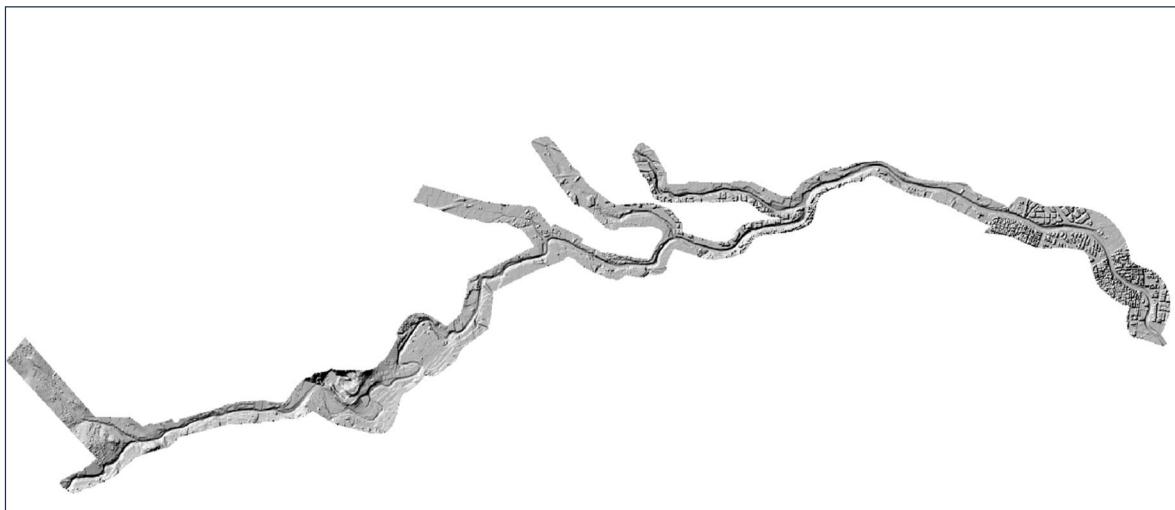


Figura 137. Vuelo desarrollado en los cauces del Término Municipal de Torrent.

A continuación se amplía el detalle de este vuelo en algunas zonas de interés, comenzando por los cauces que envuelven al polígono de Mas del Jutge; la Rambla del Poyo al norte, el Barranco de Horteta al sur, y la Cañada del Pequé a la izquierda de la imagen.

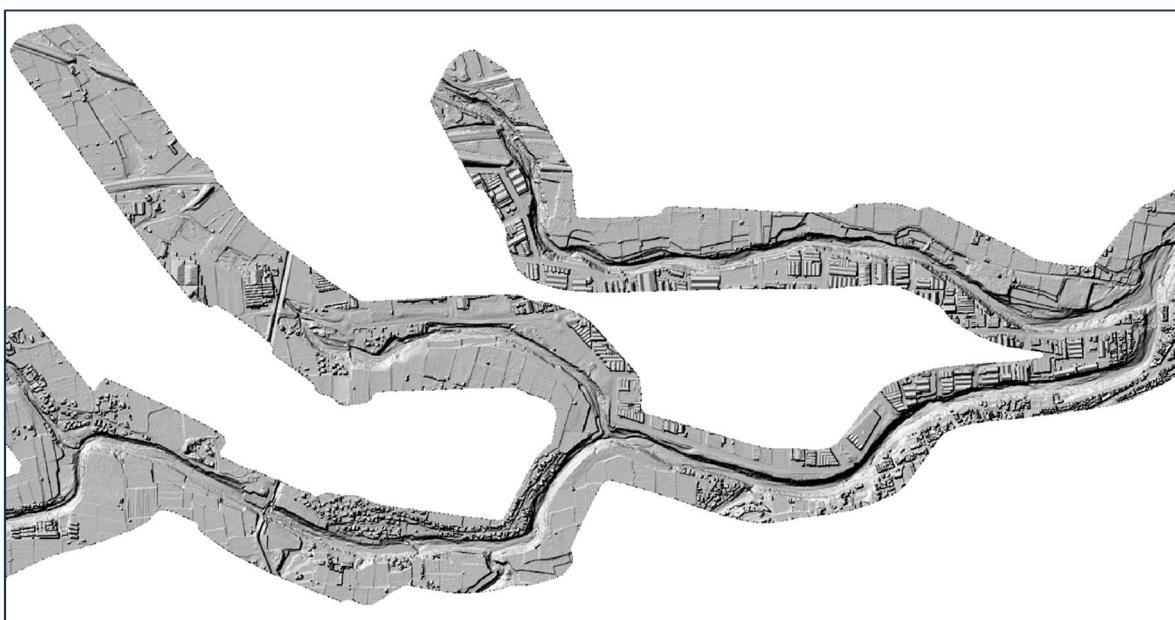


Figura 138. Detalle del vuelo tomado en los cauces que rodean al polígono de Mas del Jutge.

Ampliando el resultado del vuelo en la Rambla del Poyo, en la zona norte del casco urbano de Torrent, se tiene:

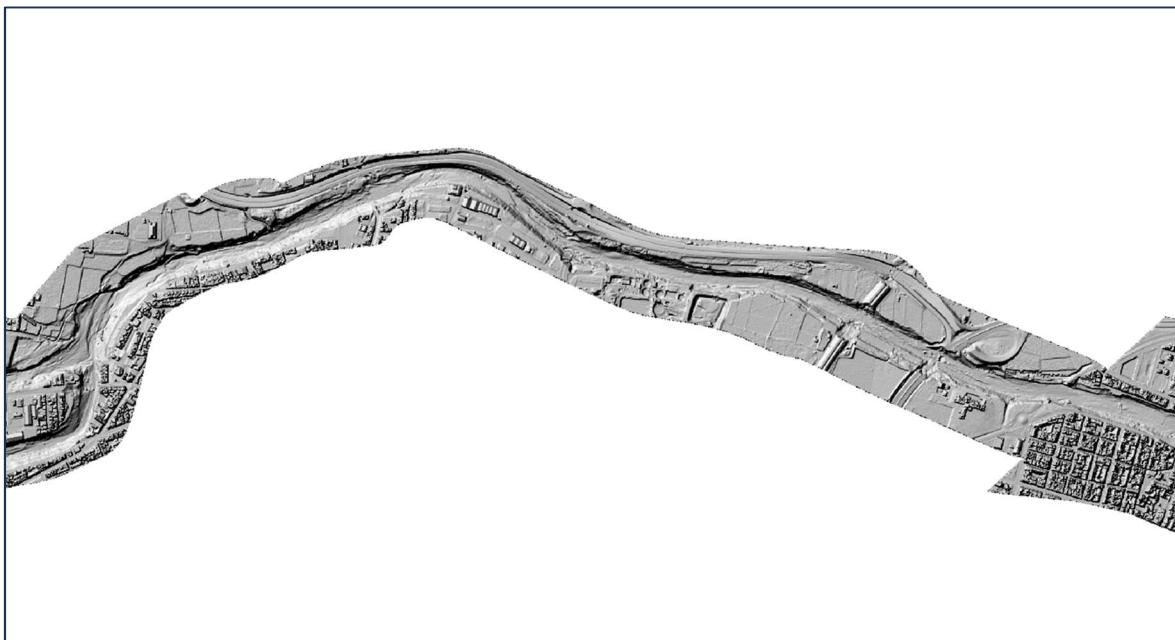


Figura 139. Detalle del vuelo al norte del casco urbano de Torrent.

Por último, se muestra el detalle del vuelo en la zona del meandro del Barranco de Horteta y en el entorno de la cantera de Calicanto.

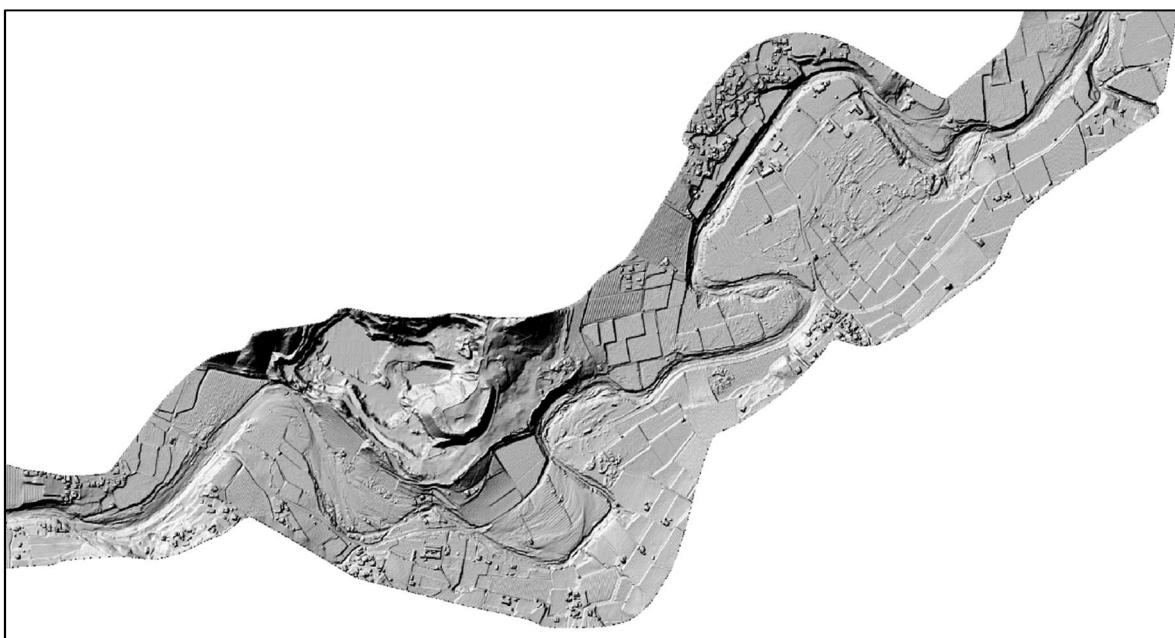


Figura 140. Detalle del vuelo en el Barranco de Horteta, aguas abajo de la cantera de Calicanto.

6.2.3.- Corrección del terreno Post DANA. Fusión de modelos cartográficos

Tal y como se ha indicado en el apartado anterior, el vuelo realizado permite disponer de una cartografía de detalle para la situación de los cauces posterior a la inundación, que aunque comprende todo su recorrido, únicamente abarca una pequeña franja en el exterior de los mismos.

Como el modelo hidráulico requerirá simular sobre una gran extensión para incluir las zonas inundables, pero una gran parte de esa extensión de terreno no se ha visto modificada durante la inundación, el vuelo obtenido para la situación Post DANA se ha solapado sobre el modelo cartográfico anterior a la DANA, de modo que se puedan completar las zonas alejadas de los cauces no incluidas en el vuelo.

El resultado de este solape de ambos raster se refleja en la figura adjunta.

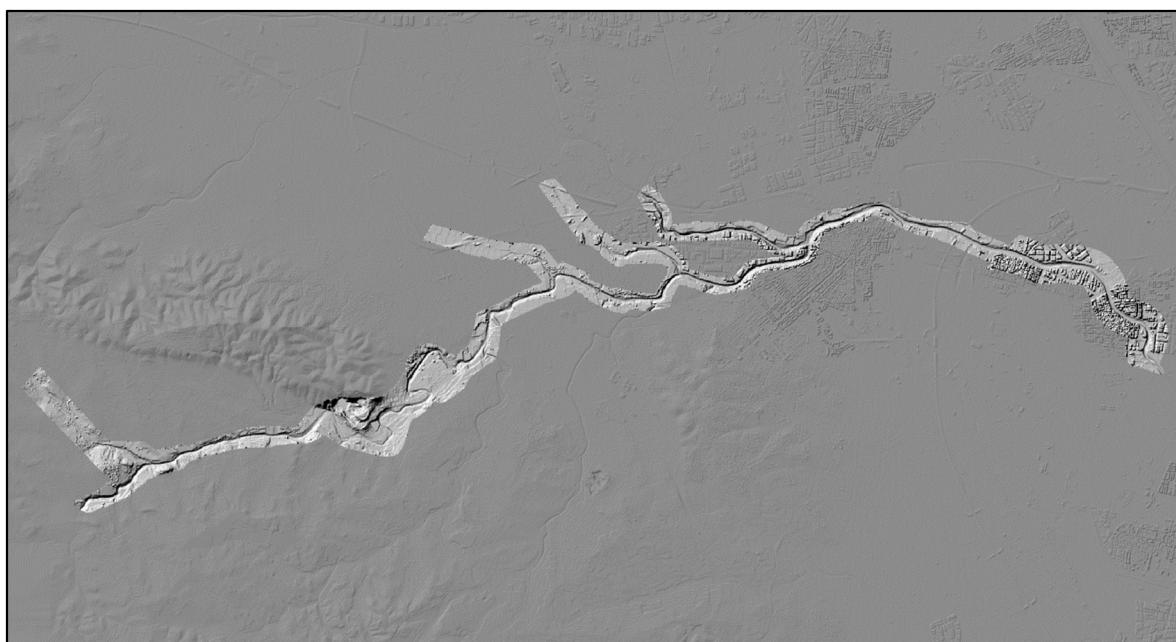


Figura 141. Composición de los dos modelos cartográficos en el T.M. de Torrent.

A continuación se muestra el proceso de solape entre los dos modelos, en las tres zonas detalladas en el punto anterior, para identificar el resultado final del modelo geométrico posterior a la DANA. En primer lugar se muestra el resultado de esta fusión para los cauces que envuelven al polígono Mas del Jutge.



Figura 142. Solape de los dos modelos geométricos en el entorno del polígono de *Mas del Jutge*.

Ampliando el solape de los dos modelos en la zona norte del casco urbano de Torrent, en la Rambla del Poyo, se tiene:



Figura 143. Solape de los dos modelos geométricos al norte del casco urbano de *Torrent*.

Por último, se muestra el detalle del vuelo en la zona del meandro del Barranco de Horteta y en el entorno de la cantera de Calicanto.

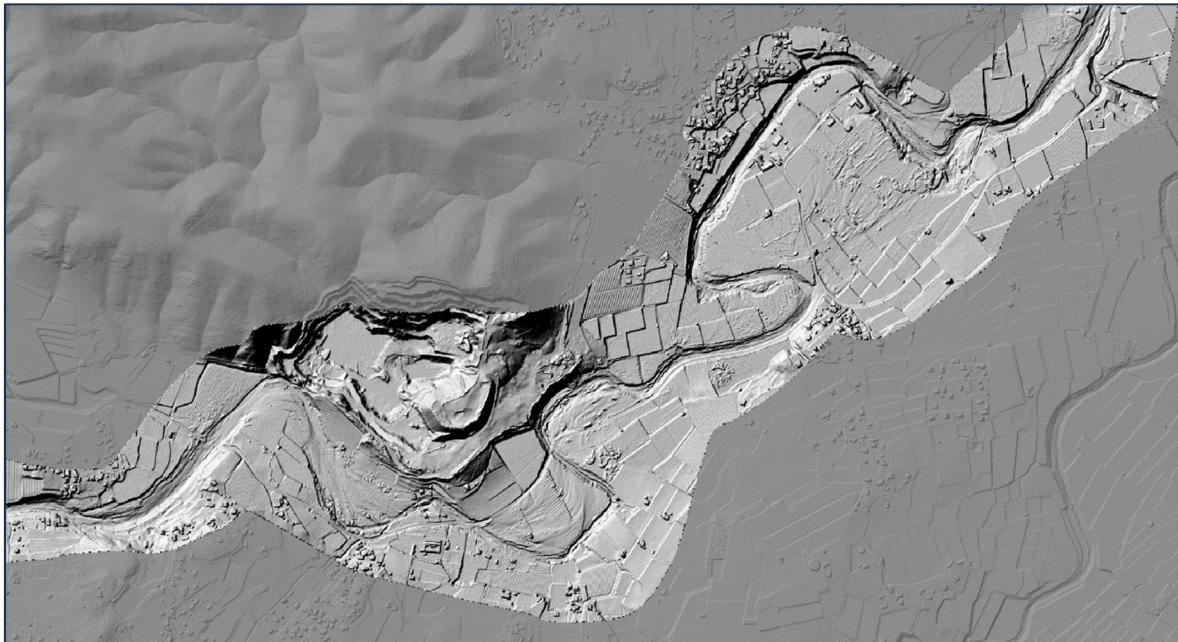


Figura 144. Solape de los dos modelos geométricos en el Barranco de Horteta, aguas abajo de la cantera de Calicanto.

Como puede apreciarse, en esta zona anterior se ha ampliado la anchura del vuelo realizado en el entorno del Barranco de L'Horteta, debido al interés que se tenía en analizar hidráulicamente la evolución de la inundación en el entorno de la cantera de Calicanto, debido al papel que ésta tuvo durante la crecida ocasionada por la DANA.

El análisis hidráulico realizado para la cantera se expondrá posteriormente en el apartado 7.9 de esta memoria, aunque también se puede consultar de forma más extendida en el apartado 8 del Anejo 4 del informe. En dicho anexo se muestran una serie de imágenes del llenado de la cantera en diferentes instantes temporales durante la riada.

6.2.4.- Diferencias modelo pre y post DANA

Para evidenciar el sentido del trabajo realizado, en las imágenes siguientes se muestran, a modo de ejemplo, algunas modificaciones producidas en la geometría de los cauces. Esto hace prever la idea inicial con la que se inició este trabajo; es decir, que las inundaciones esperables para la situación posterior a la DANA, no coincidirán con las que se tendrían antes de dicho evento, incluso para un mismo caudal.



Figura 145. Confluencia entre el Bco. de Horteta y la Rambla del Poyo en la situación Pre DANA.



Figura 146. Confluencia entre el Bco. de Horteta y la Rambla del Poyo en la situación Post DANA.

A continuación se muestran las diferencias entre el modelo anterior y posterior a la DANA, en el tramo del Barranco de L'Horteta situado aguas abajo de la cantera de Calicanto. Se puede apreciar cómo el flujo ha tendido a erosionar el interior de los meandros existentes en esa zona.

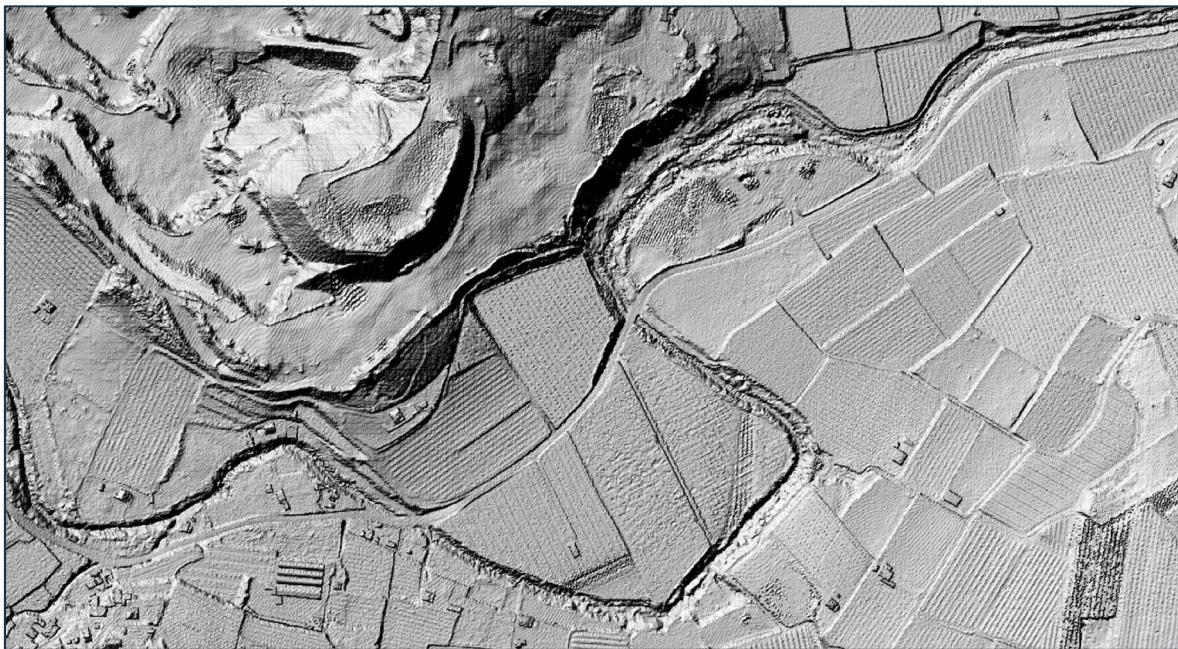


Figura 147. Detalle del Bco. de Horteta aguas abajo de la cantera de Calicanto. Situación Pre DANA.



Figura 148. Detalle del Bco. de Horteta aguas abajo de la cantera de Calicanto. Situación Post DANA.

Por último, se muestra la variación en la cartografía que ha sufrido el interior del meandro de Horteta, en el que tal y como se ha señalado en la figura, las erosiones durante la crecida han comenzado a producir una corta fluvial a través del meandro.



Figura 149. Detalle del meandro Bco. de Horteta. Situación Pre DANA.



Figura 150. Detalle del meandro Bco. de Horteta. Situación Post DANA.

6.3.- PARÁMETROS PRINCIPALES DE LA SIMULACIÓN

A continuación se muestran los parámetros más importantes considerados para el modelo hidráulico desarrollado en este trabajo.

6.3.1.- Àmbito

Determinar el alcance de este modelo no es una decisión trivial, ya que la inundación generada en el evento del 29 de octubre de 2024 ocasionó una inundación masiva, cuyos límites alcanzaron una gran extensión.

La crecida que se produjo en el casco urbano de Torrent se generó principalmente desde la Rambla del Poyo y el Barranco de Horteta, pero en zonas interiores del municipio el flujo desbordado procedía en mucho casos de las aguas que anegaban el Pla de Quart. A su vez, esta llanura se alimentó de las aguas procedentes desde la margen derecha de la Rambla del Poyo, que tras cruzar la autovía A3 reduce drásticamente su capacidad hidráulica, pero también de los desbordamientos ocasionados desde los barrancos del Pelos y del Gallego, descendentes desde la Sierra Perenxisa, dónde las precipitaciones presentaron gran intensidad.

Por otra parte, parte del caudal trasegado por la Rambla del Poyo también desbordó por su margen izquierda, alcanzando el Barranco de la Saleta en su tramo medio. Dicho barranco acaba casi desapareciendo hacia aguas abajo, generando también una inundación masiva en el entorno de Alacuás y Aldaia, que se traslada hacia el sureste, volviéndose a juntar hacia aguas abajo con las aguas desbordadas por la Rambla del Poyo.

Se trata por tanto de una inundación compleja, en la que los flujos desbordados desde diferentes cauces se van uniendo en un funcionamiento hidráulico que no es trivial, ya que existen multitud de barreras antrópicas que pueden influir en el movimiento del agua, o paleocauces que se activan en función de los niveles alcanzados en el Pla de Quart. Debido a estas incertidumbres, y con el objetivo de generar una herramienta lo más fiable posible, se ha llevado a cabo un modelo de gran extensión que englobe estas incertidumbres, de modo que éstas sean debidamente integradas dentro de la simulación hidráulica.

A partir de este criterio, se ha determinado la siguiente extensión para el modelo hidráulico que se muestra en la figura siguiente:



Figura 151. Ámbito en el que se ha desarrollado el modelo hidráulico.

Hacia aguas abajo, el perímetro del modelo se adentra en la Parque Natural de La Albufera, que constituirá la zona de desagüe hacia aguas abajo, ya que el sistema de barrancos constituido por los cauces de Horteta y Poyo, no llega a desembocar directamente en el mar.

6.3.2.- Condiciones de contorno

Como los límites del modelo se han extendido de forma amplia hacia el exterior del término municipal, la elección de las condiciones del contorno no afectará a los resultados de la modelación hidráulica en la zona de interés. Dichas condiciones serán las siguientes:

- Condición de contorno de aguas arriba, para todos los cauces. Se supondrá un régimen uniforme de acercamiento, para una pendiente hidráulica de 4 milésimas.
- Condición de contorno de aguas abajo, se han supuesto dos puntos de desagüe para el modelo; el Plan Sur, que puede recibir parte de los caudales del modelo, especialmente del barranco de la Saleta, y la Albufera de Valencia, que recogerá los flujos desbordados desde la Rambla de Poyo y de los diferentes regueros que descienden desde el Pla de Quart. En ambos casos se supondrá un régimen uniforme de acercamiento, para una pendiente hidráulica de 1 milésima.

6.3.3.- Cartografía

Tal y como se ha descrito en el apartado 6.2, para el desarrollo de las simulaciones hidráulicas se utilizarán dos bases cartográficas, basadas en los siguientes escenarios:

- Modelo Pre-DANA. Se utilizará un Modelo Digital de Elevaciones de 1 x 1 metros basado en los datos del LIDAR de 3^a cobertura.
- Modelo Post-DANA. Se ha obtenido realizando un vuelo fotogramétrico de detalle para identificar el estado de los cauces en su estado posterior a la DANA. Este modelo cartográfico se ha solapado sobre el anterior para definir las zonas alejadas de los cauces no afectadas por la DANA.

La elaboración de estos dos modelos, permitirá realizar diferentes simulaciones hidráulicas para contrastar la situación anterior y posterior a la DANA, comparando por ejemplo cómo puede haberse visto modificada la peligrosidad frente de inundaciones para un mismo periodo de retorno.

6.3.4.- Mallado

La estructura del mallado empleada en el modelo viene condicionada principalmente por el propósito del estudio, sus dimensiones, y las singularidades que puedan aparecer en el mismo. A nivel general se ha optado por una malla de 15x15 metros en las zonas que haya previsión que se inunden (como el Pla de Quart), que se considera suficiente por la superficie casi llana de gran parte del área de inundación, y su uso agrícola, que le proporciona una estructura del territorio con multitud de parcelas de pendientes casi nulas. En puntos más elevados donde el agua difícilmente podría llegar, incluso se ha recurrido a mayores tamaños de celda, para no sobrecargar el modelo en zonas inefectivas.

En las áreas más antropizadas, esta estructura de mallado se ha reducido a 3x3 metros, para modelar adecuadamente el flujo a través de viales y edificios. En el interior de los cauces el tamaño de malla considerado se ha rebajado a 2x2 metros, para calcular con suficiente precisión las zonas en las que el flujo discurre a gran velocidad o donde se encuentran localizadas las obras de drenaje. Esto ha proporcionado un modelo de aproximadamente 1.2 millones de celdas. En cada uno de esos elementos se resolverán las ecuaciones de la dinámica para cada instante (Δt), para poder ir resolviendo el flujo transitorio generado durante la crecida.

En la imagen siguiente se muestra el mallado del modelo en la zona urbana de Torrent, en la que se ilustra cómo las celdas en el interior de los cauces presentan mayor precisión que en el exterior de los mismos. El tamaño de dichas celdas en la figura corresponde a un esquema, y no a su tamaño real, ya que en ese caso no se podría visualizar la imagen de fondo por la elevada densidad de líneas.



Figura 152. Diferente resolución del mallado en el interior de los cauces y en el exterior de los mismos.

En el modelo se han reperfilado algunos contornos de interés para lograr que el modelo hidráulico resulte consistente, como las líneas de rotura generadas junto a las vías de comunicación elevadas respecto al territorio, que pueden ocasionar un efecto barrera. Eso ha obligado a crear una graduación de mallado en el entorno de esas breaklines.

6.3.5.- Rugosidad

Para determinar la rugosidad en el modelo, se ha utilizado el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE), desarrollado por el Instituto Geográfico Nacional, dentro del Plan Nacional de Observación del Territorio del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.

Esta herramienta constituye una base de datos detallada sobre ocupación del suelo en el territorio español. En la imagen adjunta muestra la capa de entidades poligonales empleada en el modelo para

la asignación de rugosidades del terreno, generada mediante RasMapper a partir de la capa de clasificación de usos de suelo del SIOSE en la zona de estudio.

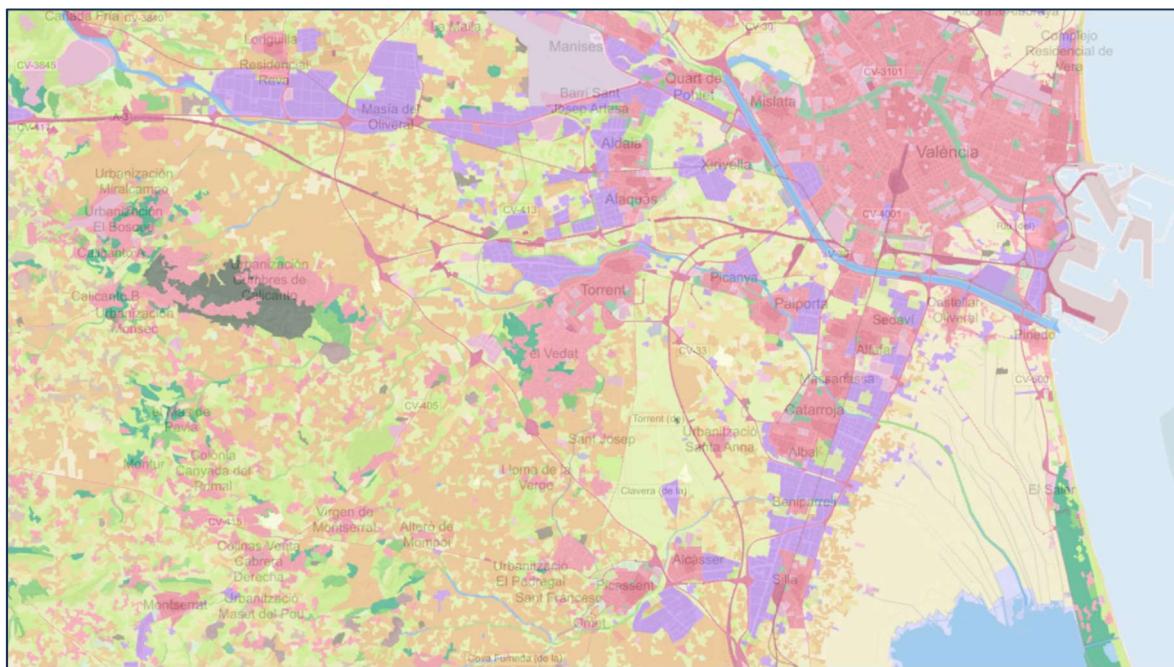


Figura 153. Usos del suelo en la zona del modelo, identificados mediante el mapa SIOSE.

La interpretación de los diferentes usos del plano anterior, se identifican en la leyenda representada en la imagen adjunta.



Figura 154. Usos del suelo en la zona del modelo, identificados mediante el mapa SIOSE.

En la siguiente tabla se exponen los valores de rugosidad más relevantes asociados a cada polígono en la zona de estudio, de acuerdo con la “Guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables”, publicada por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM actual MAPAMA + MITECO) en 2011. La rugosidad viene expresada en función del número de Manning.

Polígono uso del suelo SIOSE	Rugosidad (n)
bosque de coníferas	0.070
industrial	0.100
infraestructura de suministro	0.100
instalación agrícola y/o ganadera	0.050
invernadero	0.050
lámina de agua artificial	0.025
mar	0.025
marisma	0.025
matorral	0.055
pastizal o herbazal	0.035
playa, duna o arenal	0.025
casco	0.100
puerto	0.100
red viaria o ferroviaria	0.100
servicio dotacional	0.090
suelo desnudo	0.030
zona verde urbana	0.090
combinación de cultivos	0.040
combinación de cultivos con vegetación	0.050
combinación de vegetación	0.050
curso de agua	0.040
discontinuo	0.090
ensanche	0.100
frutal cítrico	0.060

Tabla 22. Rugosidad de los principales usos del suelo identificados en la zona de estudio.

Además de esta consideración general de la rugosidad en el ámbito general del modelo, para analizar el evento de la DANA se ha considerado una rugosidad diferente en el interior de los cauces. El motivo es que la virulencia de esta gran avenida ha provocado que la vegetación en los barrancos haya sido arrasada de forma generalizada. Por este motivo, la rugosidad considerada para la simulación de la DANA ha sido la correspondiente a un número de Manning de 0.028 en el interior de los barrancos.

6.3.6.- Caudales para T=25, 100 y 500 años

Los caudales empleados en la modelación hidráulica han sido obtenidos mediante la herramienta Caumax, que es la utilizada en el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables, cartografía oficial del Ministerio. Esos valores se exponen en la tabla siguiente, en los cauces de la zona de estudio en los que se consideran caudales según dicha cartografía oficial.

	Caudales (m^3/s) del SNCZI en función del periodo de retorno					
	2	5	10	25	100	500
Bco. del Gallego	19	43	59	92	584	1468
Rambla del Poyo	47	97	131	200	966	2383
Bco. de la Saleta	Sin datos	Sin datos	18	28	79	170
Bco de Horteta	27	58	81	125	724	1794
Río Turia	287	530	679	1007	2784	6521

Tabla 23. Caudales obtenidos por la herramienta Caumax, según el SNCZI.

Como algunos de los barrancos que van a simularse en este trabajo consisten en sistemas de drenaje entidad media-baja, no están identificados en el SNCZI, ya que esta cartografía oficial sólo considera cauces de tamaño importante. Por este motivo, estos valores se han desglosado proporcionalmente a la extensión de las diferentes cuencas, para poder así asignar caudales pico a las ramblas más pequeñas.

	Caudales (m^3/s) del SNCZI en función del periodo de retorno					
	2	5	10	25	100	500
Rambla del Poyo	47	97	131	201	970	2391
Bco. de la Saleta	--	--	18	28	79	170
Río Turia	287	530	679	1007	2784	6521
Bco. de Horteta	16.4	35.3	49.3	76.1	440.9	1092.5
Bco. de Pelos	7	15.9	21.8	34	216.1	543.2
Bco. de Gallego	12	27.1	37.2	58	367.9	924.8
Bco. de Giles	4.5	9.6	13.4	20.8	120.2	297.8

	Caudales (m^3/s) del SNCZI en función del periodo de retorno					
	2	5	10	25	100	500
Bco. de les Canyes	4.2	9	12.6	19.4	112.2	278.1
Bco. de la Bota	1.9	4.1	5.7	8.8	50.7	125.6

Tabla 24. Caudales considerados en los modelos hidráulicos del presente trabajo considerando los cauces de menor entidad.

De entre todos los caudales anteriores, se opta por simular tres posibles situaciones representativas de inundaciones con probabilidad de ocurrencia alta, media o baja, las cuales se asociarán a periodos de retorno de 25, 100 y 500 años, respectivamente.

6.3.7.- Caudales durante la DANA

Para la modelación del episodio de la DANA, a priori no hay un caudal definido, ya que precisamente éste está siendo un tema de debate en la actualidad.

El modelo hidráulico desarrollado durante el presente trabajo servirá precisamente como una herramienta para determinar los caudales que pudieron trasegar los diferentes cauces durante la crecida del 29 de octubre de 2024. El procedimiento será el siguiente:

- Utilizar los hidrogramas obtenidos para el escenario de la DANA, correspondiente a los resultados de la modelación hidrológica realizada en el apartado 2.4.4 del presente informe.
- Simulación mediante el modelo hidráulico en la situación post DANA, para obtener los calados asociados a la inundación esperable con dichos hidrogramas.
- Comparación de los niveles de agua obtenidos mediante el modelo hidráulico, con las huellas dejadas en el territorio tras la inundación, identificadas a su vez mediante los diferentes trabajos de campo.
- Utilizar la estructura de los hidrogramas obtenidos en la modelación hidrológica, escalando los picos de la crecida, para ajustar los niveles máximos de inundación con las huellas sobre el territorio. Esto se realizará mediante un laborioso proceso iterativo de prueba y error, hasta encajar los caudales que hayan podido proporcionar los niveles reales detectados.

6.3.8.- Puentes

En el modelo hidráulico se han introducido algunos de los puentes situados en el entorno urbano, que resultan de interés para la modelación hidráulica. A modo de ejemplo, se muestran dos de los puentes principales del municipio, ya implementados en el modelo hidráulico. En primer lugar se expone la estructura que conecta el norte del casco urbano de Torrent con la carretera CV-403, en el que como puede verse, su margen izquierda se encuentra ligeramente más elevada que la ladera derecha.

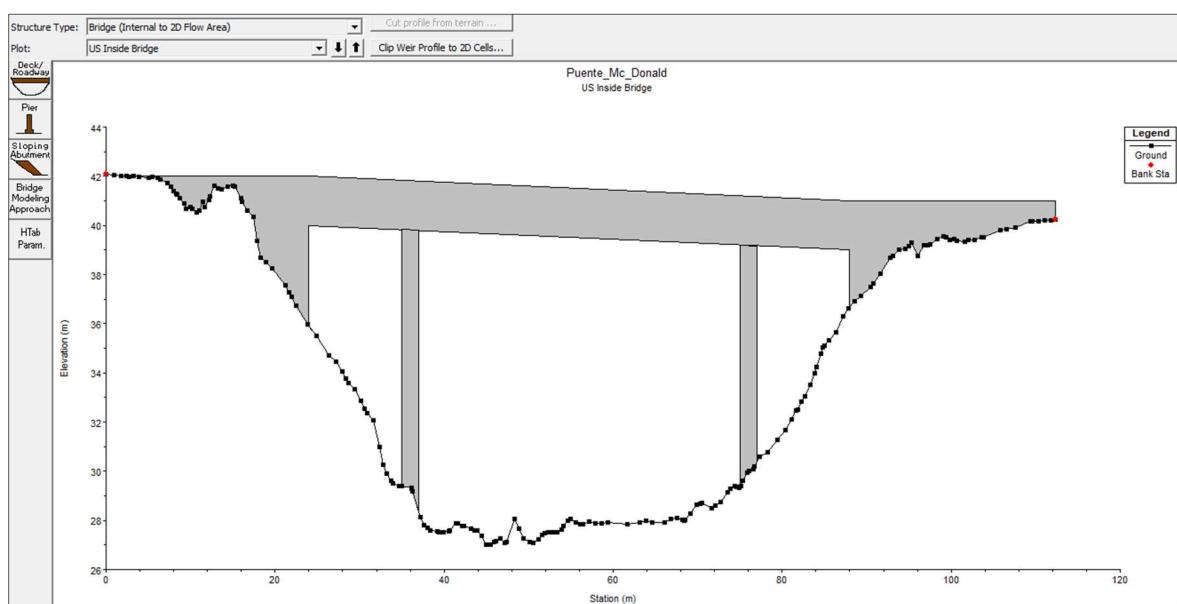


Figura 155. Puente de la CV-403 sobre la Rambla del Poyo, introducido en el modelo HecRas.

Por otra parte, se muestra también el puente que conecta la Calle Gómez Ferrer de Torrent, con el Camí del Alter de Alaquás, conocido localmente como el “puente viejo”. En este otro puente, la crecida destruyó parte de su tablero por su margen derecha, y erosionó el material de relleno de alguno de sus arcos.

Como lo que se pretende es intentar reproducir lo más fielmente posible la simulación hidráulica de la DANA para realizar una estimación de los caudales máximos trasegados, se ha procurado reproducir de forma detallada esa geometría dañada del puente para incluirlo en el modelo. En ese sentido, y a falta de mejor información, se considerará la hipótesis de que cuando se alcanzó el caudal máximo de la crecida, esa parte del tablero ya se había destruido en algún instante previo.

Tras introducir el puente dañado en el modelo, el resultado se expone en la figura adjunta.

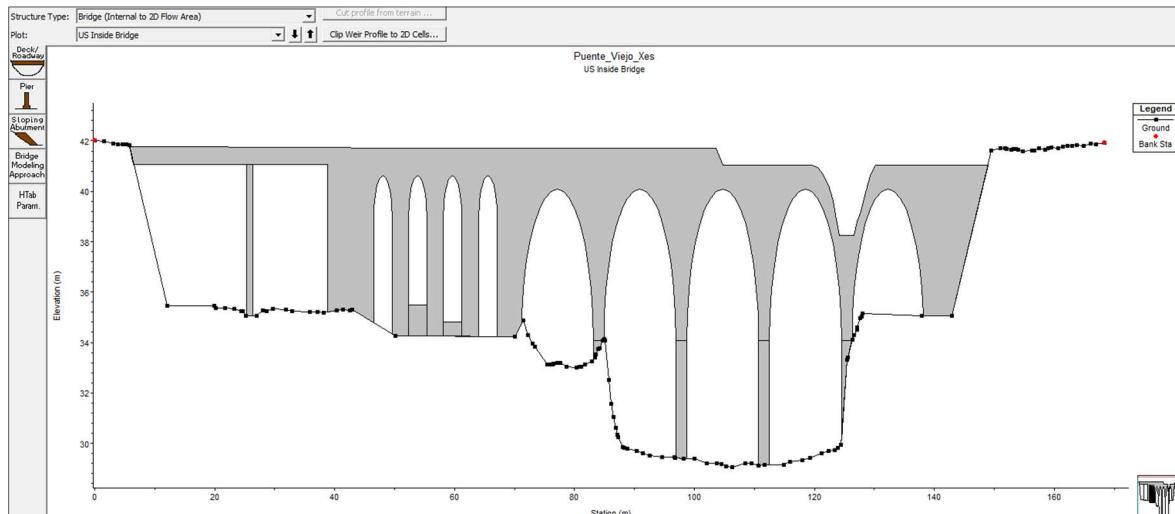


Figura 156. Parámetros utilizados en el modelo para el número de Courant.

En cualquier caso, cabe indicar que ante la magnitud de esta crecida, los puentes no han supuesto una alteración importante en los resultados globales del modelo hidráulico, aunque sí tuvieron un efecto local notable en los calados aguas arriba de las estructuras.

Para estimar los caudales trasegados por la crecida, se ha procurado no utilizar referencias de nivel próximas a los puentes, evitando la incertidumbre y distorsión que éstos pudieran generar en el flujo.

6.3.9.- Duración de la simulación

Los tiempos de cálculo se han considerado de distinta forma según los diferentes estudios desarrollados en el presente trabajo:

- Para la simulación de la DANA, el tiempo de simulación ha procurado ajustarse a lo que fue la realidad del evento, intentando incluso emular los instantes en los que la crecida fue avanzando por el territorio. Esto se ha logrado sólo parcialmente porque las obstrucciones o aceleraciones en el avance del flujo durante la inundación, presentan una casuística muy compleja, prácticamente imposible de reproducir; sin embargo, al menos se ha procurado obtener un resultado temporal orientativo a lo que ocurrió. Con ese objetivo, la simulación se inicia a las 0 h A.M. del día 29 de octubre, y concluye a las 9 h A.M. del día 30 de octubre, abarcando un total de 33 horas.
- Para la simulación de los períodos de retorno, se adopta un hidrograma triangular de 12 horas de duración, cuyo caudal pico se ajustará a los diferentes cuantiles seleccionados. En este

caso, el tiempo de simulación ha sido de 24 horas, para permitir que la crecida tenga tiempo suficiente para evolucionar dentro del territorio que abarca el modelo.

6.3.10.- Número de Courant

El número de Courant es un parámetro que influye en la convergencia del modelo hidráulico. En este trabajo se ha considerado un valor máximo de 1 y mínimo de 0.4 para este término.

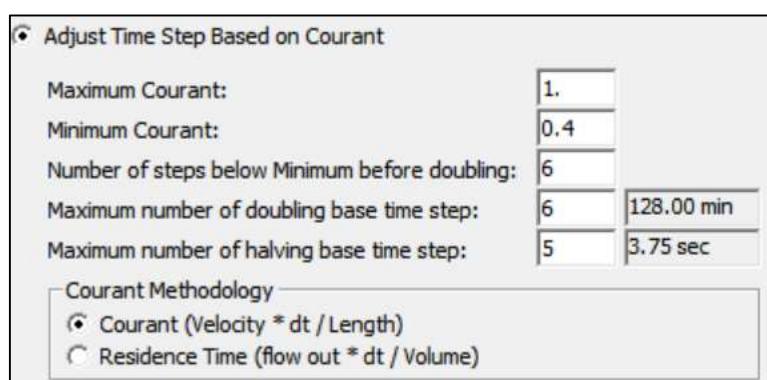


Figura 157. Parámetros utilizados en el modelo para el número de Courant.

6.3.11.- Incremento de tiempo

Para los cálculos desarrollados por el modelo, se ha considerado un intervalo de temporal de 5 segundos. Éste es un parámetro interno de la simulación, de modo que para cada Δt el programa debe resolver las ecuaciones en cada uno de los elementos de la malla generada, que este caso supera el millón de celdas. Es decir, el modelo resuelve internamente la solución hidráulica de la inundación cada 5 segundos para ese millón de celdas, en todo el territorio. Los resultados, sin embargo, se van grabando con una frecuencia más amplia, para evitar el exceso de información generada durante el proceso.

Cabe mencionar que la elección del tiempo de simulación es importante en el desarrollo del modelo, ya que valores excesivamente amplios pueden dar lugar a errores puntuales en los resultados, mientras que un valor demasiado bajo alargará de forma importante el tiempo de simulación. Por tanto, resulta fundamental encontrar una solución de compromiso entre obtener unos resultados suficientemente fiables y unos tiempos de simulación manejables, que para el modelo de la DANA, han quedado encajados en torno a 11 horas en un ordenador potente.

7.-ESTIMACIÓN DE LOS CAUDALES TRASEGADOS POR LA DANA

Tal y como se ha expuesto en el apartado 6.3.7, tras la elaboración del modelo hidráulico que permite analizar los cambios entre la situación anterior y posterior a la DANA, se procederá a realizar una estimación de los caudales que pudo trasegar la crecida que tuvo lugar el 29 de octubre de 2024.

Para ello se utilizará el modelo hidráulico como una herramienta de trabajo, con la que se llevará a cabo el siguiente procedimiento; utilizando como base los hidrogramas obtenidos mediante la modelación hidrológica, se realizará un proceso iterativo de prueba y error, escalándolos y realizando simulaciones hidráulicas en repetidas ocasiones. El proceso terminará cuando los niveles del agua obtenidos se ajusten lo mejor posible a las huellas de la crecida sobre el terreno.

Por lo tanto, se combinará la modelación hidráulica bidimensional, con la realidad observada tras el paso de la riada. Aunque esta idea resulte obvia, e incluso aparentemente sencilla, para poderse desarrollar con éxito requiere de un proceso que puede resultar extremadamente complejo, ya que los modelos hidráulicos hay multitud de factores que no pueden considerar (obstrucciones temporales, oleaje, márgenes y lecho móvil durante la crecida, etc).

Además, el gran alcance de la inundación, hace prácticamente imposible trabajar a gran escala de detalle, que puede tener implicaciones directas en la inundación. Por ejemplo, la mera presencia de un muro que ha resistido la embestida del flujo bloquearía el paso del agua en una dirección, pero si ese muro hubiera caído por la presión del agua, el flujo pasará transversalmente a él, inundando otras zonas. Trabajar en esta gran extensión con ese rigor, exigiría unos medios y una disponibilidad temporal que harían que el modelo fuera inabordable. Así pues, aunque se considera que se ha logrado un nivel de precisión muy alto para reproducir la crecida de la DANA, se trata, de una herramienta aproximada.

En los apartados siguientes se mostrarán los resultados obtenidos para reproducir mediante modelación hidráulica la crecida ocasionada por la DANA del 29 de octubre de 2024.

7.1.- RESULTADO GLOBAL DE LA INUNDACIÓN

En la figura siguiente se muestra el resultado global de la inundación ocasionada durante la DANA en la totalidad del modelo. Como se ha indicado anteriormente, esta gran amplitud con la que se ha

desarrollado el modelo, tiene como objetivo que los resultados obtenidos en el entorno de Torrent resulten suficientemente fiables.

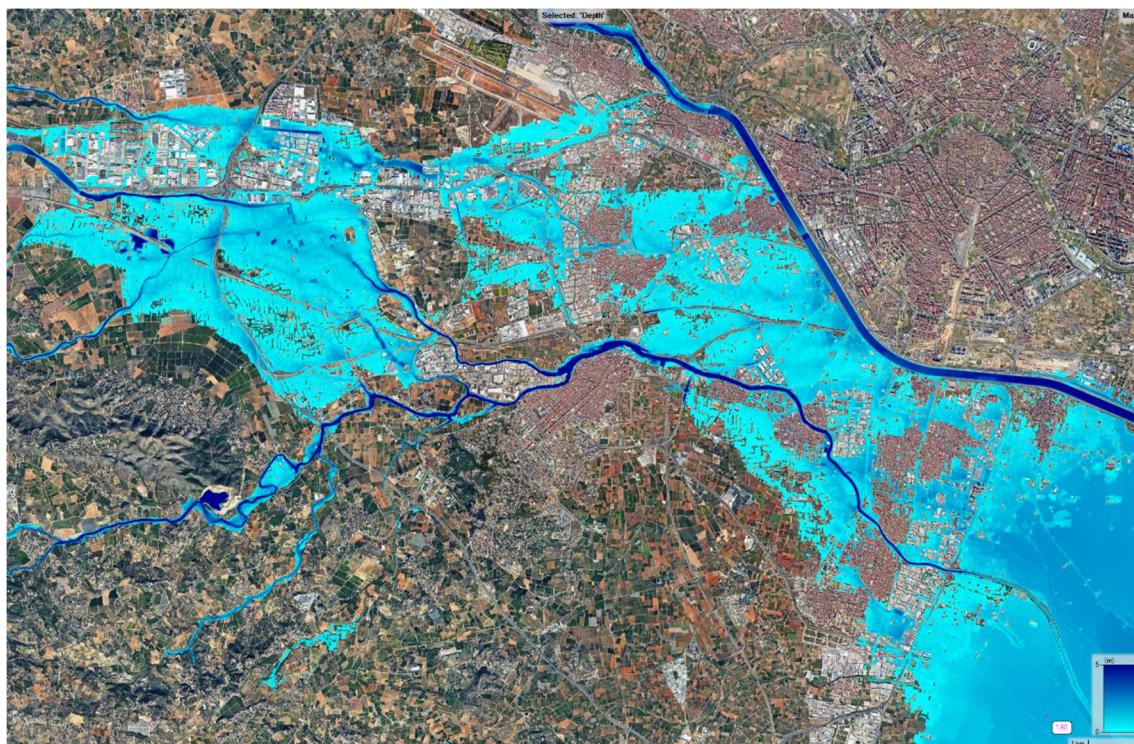


Figura 158. Envolvente de calados máximos de la inundación durante el evento de la DANA de octubre de 2024, realizado mediante modelación hidráulica 2D.

En la imagen anterior se muestra el importante alcance de esta simulación, con una extensión de aproximadamente 300 kilómetros cuadrados, que se ha comprobado que se ajusta muy bien a las imágenes tomadas desde satélite el día posterior a la inundación. A pesar de esa amplitud, los cálculos llevados a cabo con este modelo hidráulico se han desarrollado con éxito, al reproducir fielmente las trayectorias principales y los niveles del flujo durante la crecida ocasionada por la DANA.

En líneas generales, puede apreciarse cómo tras la inundación generalizada del Pla de Quart, el flujo tiende a concentrarse de nuevo en los barrancos de la Saleta, el Poyo y Horteta. El primero, acaba desbordando hacia Aldaya y Alacuás, como suele ser habitual por su falta de capacidad. El sistema Poyo-Horteta, comienza a desbordar por su margen izquierda al final del casco urbano de Torrent, vertiendo sobre la CV-36, y por margen derecha llegando hacia Picaña. A partir de esos puntos, continúa vertiendo sus caudales hacia aguas abajo, anegando el conjunto de poblaciones existentes en el entorno de la V-31, conocida como pista de Silla.

7.2.- DELIMITACIÓN DE ZONAS

Para poder apreciar mejor los resultados en el interior del Término Municipal de Torrent, objeto del presente estudio, se han dividido los cauces principales del municipio en seis áreas que engloban los principales barrancos, las cuales se muestran en la figura adjunta:

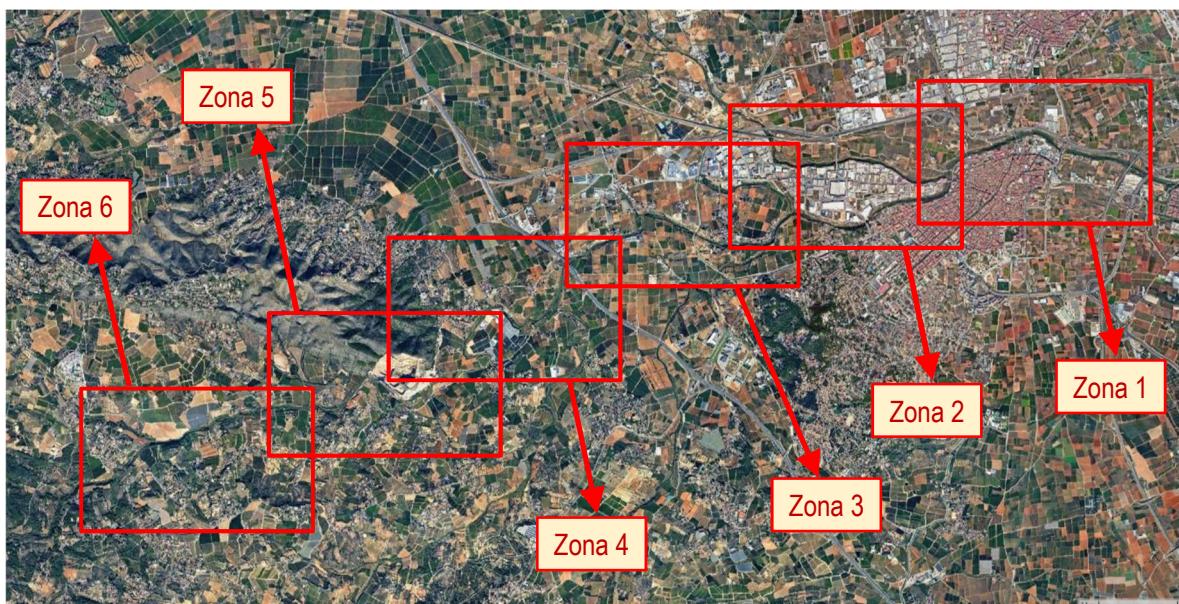


Figura 159. Delimitación de zonas para la salida de resultados del modelo hidráulico.

Esto permitirá mostrar los resultados de una forma ordenada, y realizar comparaciones dentro de una misma zona, como se hará posteriormente en el apartado 8.4 del trabajo. La descripción básica de esas seis áreas es la siguiente:

- Zona 1. Este del área urbana de Torrent, afectada mayoritariamente por la Rambla del Poyo, al norte del casco urbano.
- Zona 2. Polígono de Mas del Jutge y oeste del área urbana de Torrent.
- Zona 3. Cañada del Pequé y la zona de la Venteta.
- Zona 4. Entorno del meandro del Barranco de Horteta y cruce con la autovía AP-7.
- Zona 5. Entorno de la Cantera y zona de meandros aguas abajo de la misma.
- Zona 6. Tramo alto del Barranco de Horteta y tramo final del Barranco de la Bota.

En los apartados siguientes se exponen los resultados obtenidos por el modelo hidráulico para cada una de estas zonas.

7.3.- RESULTADOS EN ZONA 1

En primer lugar se muestran los calados del flujo obtenidos para la primera zona en las que se ha dividido el modelo. Esta inundación se obtiene a partir de la envolvente de niveles máximos del agua calculados mediante el modelo hidráulico bidimensional.

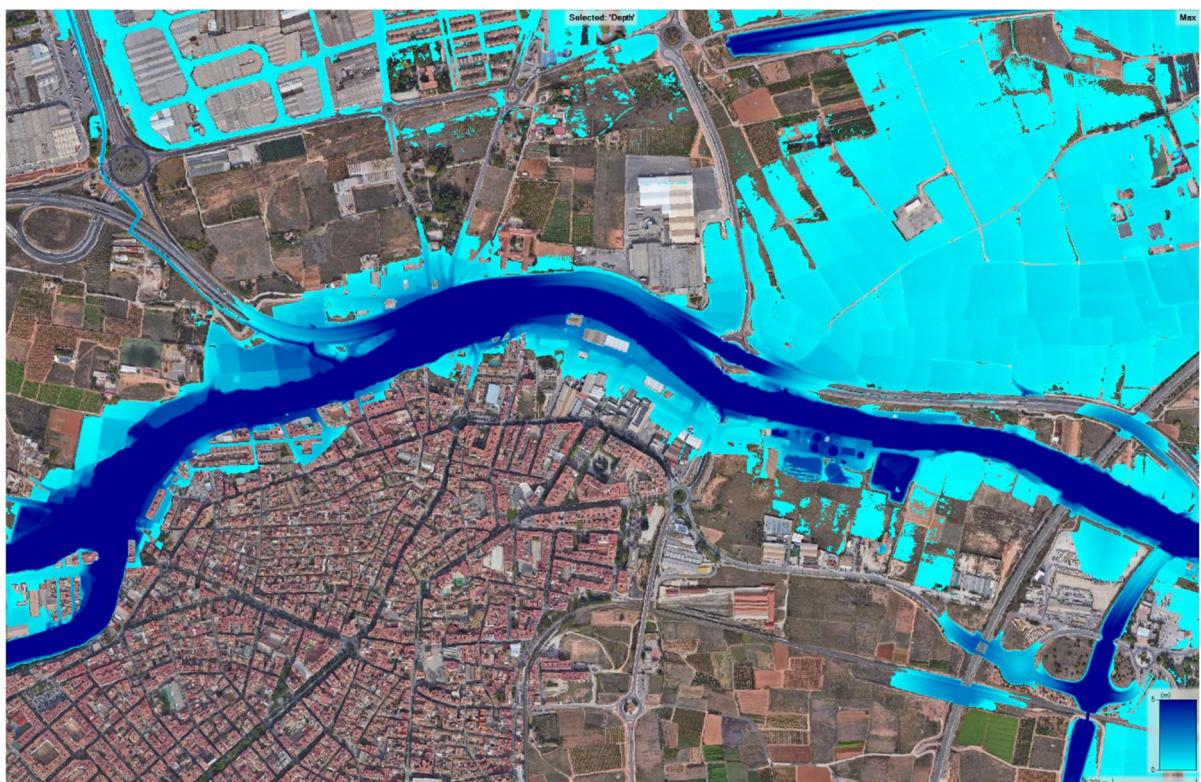


Figura 160. Resultados de modelación hidráulica de la inundación generada por la DANA. Envolvente de calados máximos en la zona 1 de Torrent.

De los resultados obtenidos, por la margen derecha destaca la importante inundación que tiende a producirse en algunas áreas del casco urbano, situadas a cotas más bajas, que se aprecia cómo afectan de forma directa al norte de la población. Ese desbordamiento desde la margen derecha de la Rambla del Poyo, se traslada hacia aguas abajo, afectando a naves del polígono industrial y a la depuradora.

Por la margen izquierda, el desbordamiento resulta prácticamente generalizado en las terrazas fluviales situadas a menor cota, aunque en este caso la afección podría considerarse de menor importancia por tratarse de un ámbito menos urbanizado. Destaca el importante desbordamiento generado aguas abajo del cruce de la CV-403, que hace que parte de la crecida tienda a escapar

hacia el nordeste, así como los problemas de capacidad que ilustra el modelo en el entorno de la confluencia del Barranco de Horteta con la Rambla del Poyo.

También puede resultar de interés analizar las velocidades del flujo en esta zona 1, que se representan en la figura adjunta. En ella puede apreciarse la gran diferencia que se tiene entre la circulación del flujo en el interior del cauce, que supera los 10 m/s en muchos tramos, y la escasa velocidad de la corriente en las áreas desbordadas.

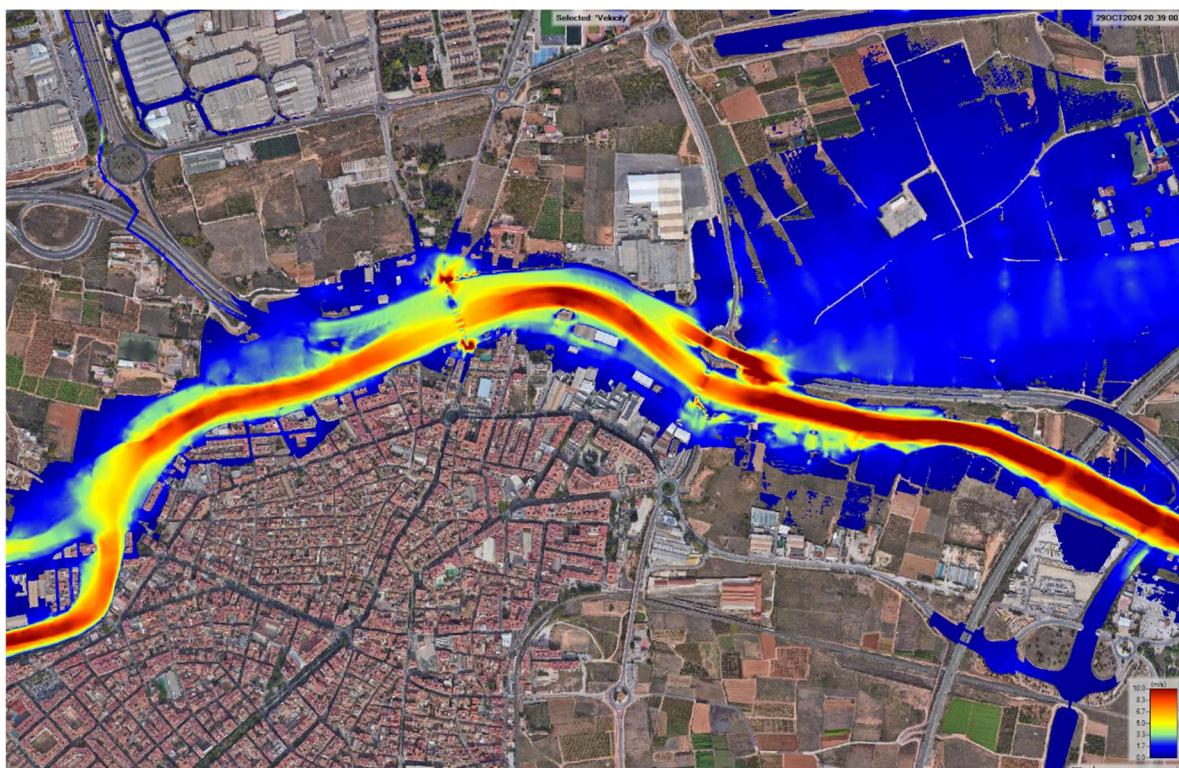


Figura 161. Resultados de modelación hidráulica de la inundación generada por la DANA. Velocidades del flujo en el instante en el que se alcanza el caudal máximo en la zona 1 de Torrent.

De la imagen anterior se intuye también la diferencia de la energía del flujo en el interior del barranco, con gran potencial erosivo, respecto a la del agua desbordada en el exterior del mismo, en el que su capacidad de generar daños resultaría muy inferior.

Por otra parte, a partir de la figura anterior, resulta interesante ampliar estos resultados en el entorno del puente viejo, en los que puede apreciarse cómo el flujo tendió a acelerarse por sus dos márgenes, como consecuencia de la coronación de la crecida sobre el tablero, que quedó parcialmente destruido.

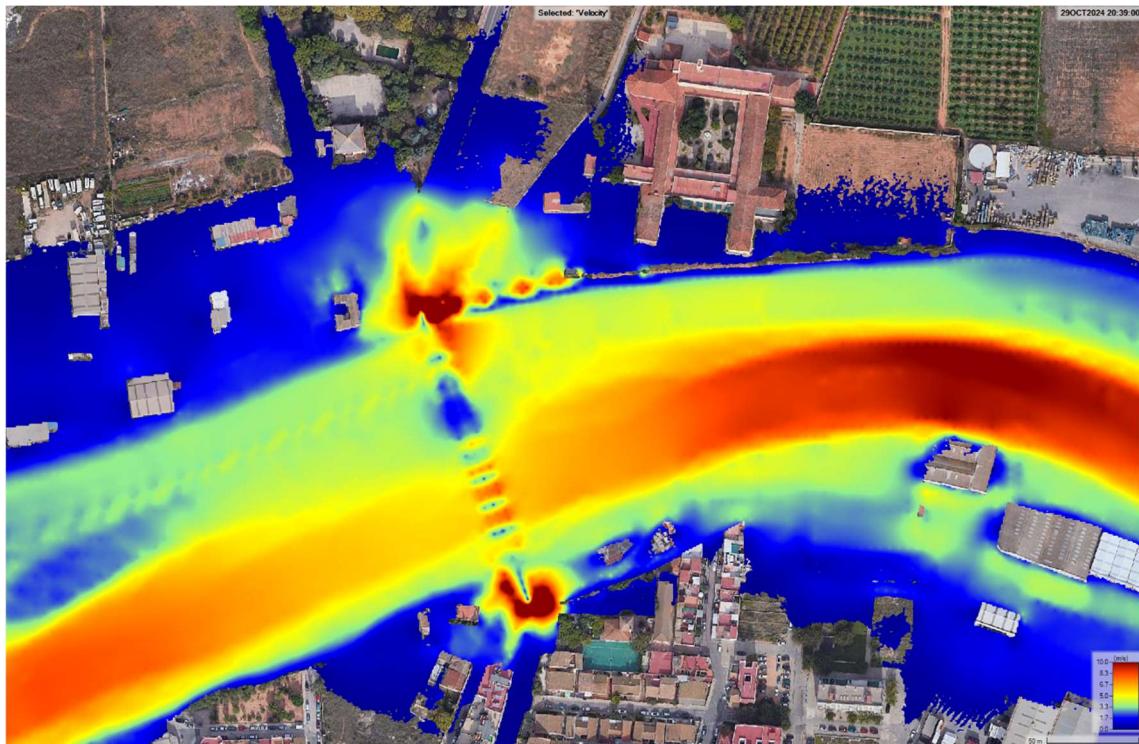


Figura 162. Resultados de modelación hidráulica de la inundación generada por la DANA. Velocidades del flujo en el entorno del puente viejo de Torrent (para el instante del caudal máximo).

Representando las líneas de flujo sobre esas velocidades, se puede ilustrar mejor el comportamiento hidráulico antes descrito.

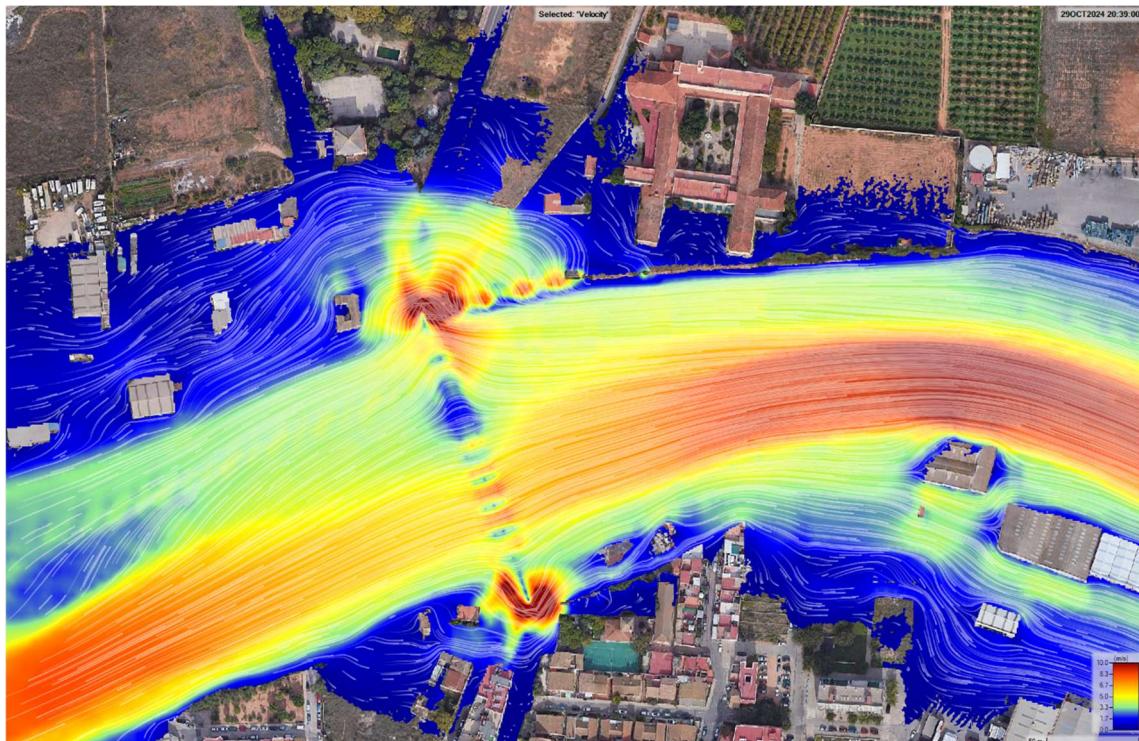


Figura 163. Resultados de modelación hidráulica de la inundación generada por la DANA. Líneas de corriente en el entorno del puente viejo de Torrent (para el instante del caudal máximo).

También resulta significativo el comportamiento del flujo que proporciona el modelo hidráulico en el entorno de la salida norte de Torrent hacia Alaquás, por el puente de la CV-403, representado en la imagen siguiente.

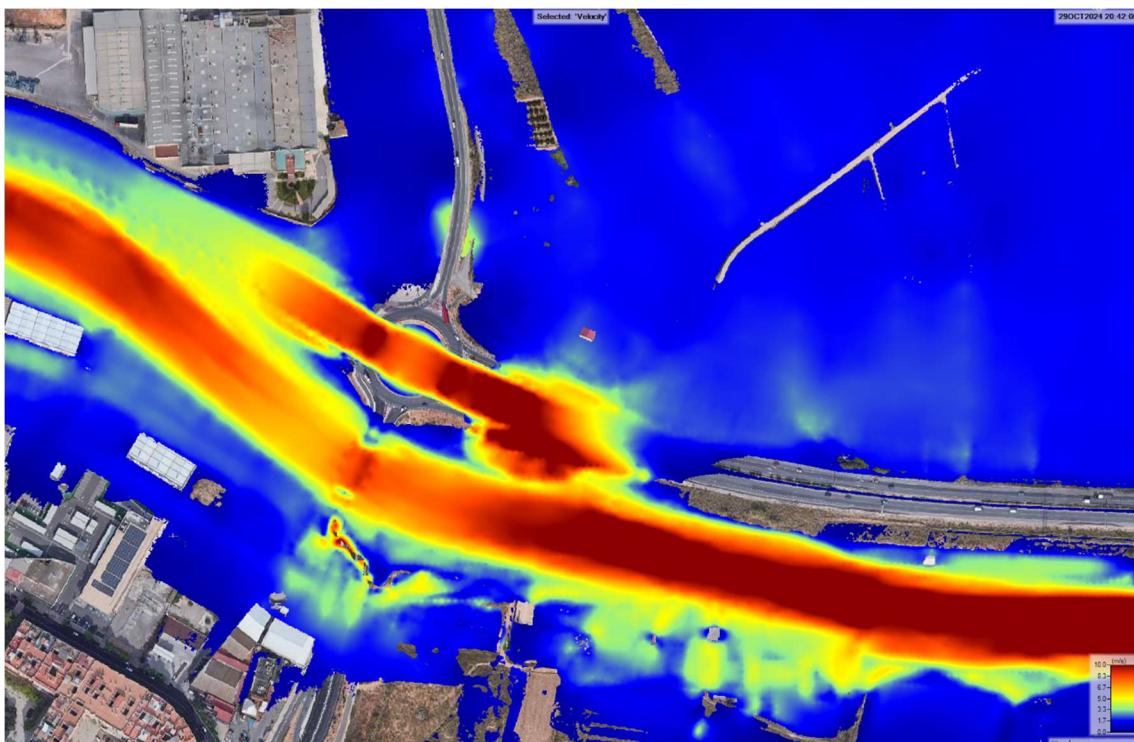


Figura 164. Resultados de modelación hidráulica de la inundación, en el entorno del puente de la CV-403 sobre la Rambla del Poyo. Velocidad del flujo en el instante del caudal máximo.

En este punto, los resultados obtenidos indican las elevadas velocidades que llegaron a producirse bajo el paso inferior de la CV-36 y los carriles de dicha carretera en la margen izquierda del Poyo; se trata, por tanto, de un punto muy peligroso en el que los coches se verían fácilmente arrastrados por la crecida. Por otra parte, se observa también visualiza cómo los puntos bajos de la CV-36 facilitaron la salida de caudal hacia el noreste a través de dicha carretera.

De nuevo, en la figura siguiente se muestran las líneas de corriente, que permiten dar una idea del movimiento del flujo en esta zona, y se constata que la crecida tendió a escapar por este punto hacia el nordeste, volviéndose a juntar con las aguas desbordadas desde el Barranco de la Saleta por el norte.

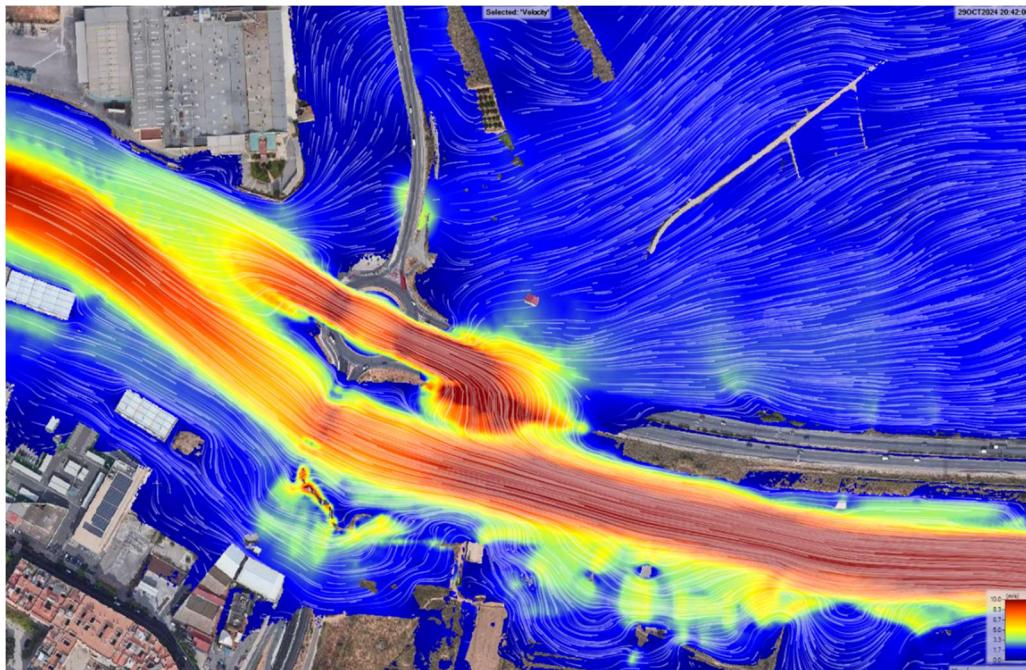


Figura 165. Resultados de modelación hidráulica de la inundación generada por la DANA, en el entorno del puente de la CV-403 sobre la Rambla del Poyo. Líneas de corriente (instante del caudal máximo).

7.4.- RESULTADOS EN ZONA 2

Al igual que antes, se mostrará la envolvente de calados máximos obtenidos en esta segunda zona, a partir de los resultados obtenidos mediante la modelación hidráulica.



Figura 166. Resultados de modelación hidráulica de la inundación generada por la DANA. Envolvente de calados máximos en la zona 2 de Torrent.

En este caso, la crecida en esta zona 2 se concentra de una forma bastante ordenada en los cauces de Horteta y del Poyo, con escasos puntos desbordamiento. La inundación de muchas de estas calles corresponde, sobre todo, a áreas situadas en las terrazas fluviales más próximas a ambos cauces, que están situadas a cotas relativamente bajas.

De estos resultados, cabe mencionar dos afecciones en el espacio urbano de esta zona:

- En la parte superior izquierda de la imagen, se aprecia la inundación de parte del polígono que se produce a través del Carrer dels Llibrers. Dicha inundación, que tuvo lugar en realidad y ha sido contrastada por los autores de este informe, resultó de escasa importancia, con pequeñas afecciones en el interior de alguna nave.
- En el extremo oriental del polígono, el modelo identifica dos zonas de inundación en la Calle Mas del Jutge y en algunas calles del entorno de la Calle Albacete. En este caso, el flujo procede del Barranco de Horteta, y presenta una inundación con mayores calados, del orden de un metro en la primera de estas vías.

Por la margen izquierda del Poyo el modelo constata la inundación sobre parcelas de carácter rústico situadas a cotas bajas, de la que seguramente ni siquiera se tendrá constancia por estar la mayor parte de ellas sin cultivar (la afección habrá sido casi nula). Sin embargo, esta afección debería tenerse en cuenta para el futuro desarrollo urbano de Torrent, parte del cual está previsto que se lleve a cabo en esa área al norte del polígono de Mas de Jutge.

Por último, en la margen derecha de Horteta, en la parte inferior derecha de la imagen, se identifica la activación de un paleocauce que arranca desde aguas arriba de la confluencia del Barranco de Les Canyes, hacia el este.

Para simplificar este apartado, las velocidades en este tramo se exponen en el apartado 3 del Anejo 4 del informe. De ellas puede apreciarse que la intensidad de la corriente se concentró en los cauces principales, pero no en las zonas de desbordamiento.

7.5.- RESULTADOS EN ZONA 3

La envolvente de calados máximos obtenidos por el modelo hidráulico para la zona 3, se muestran en la imagen siguiente.

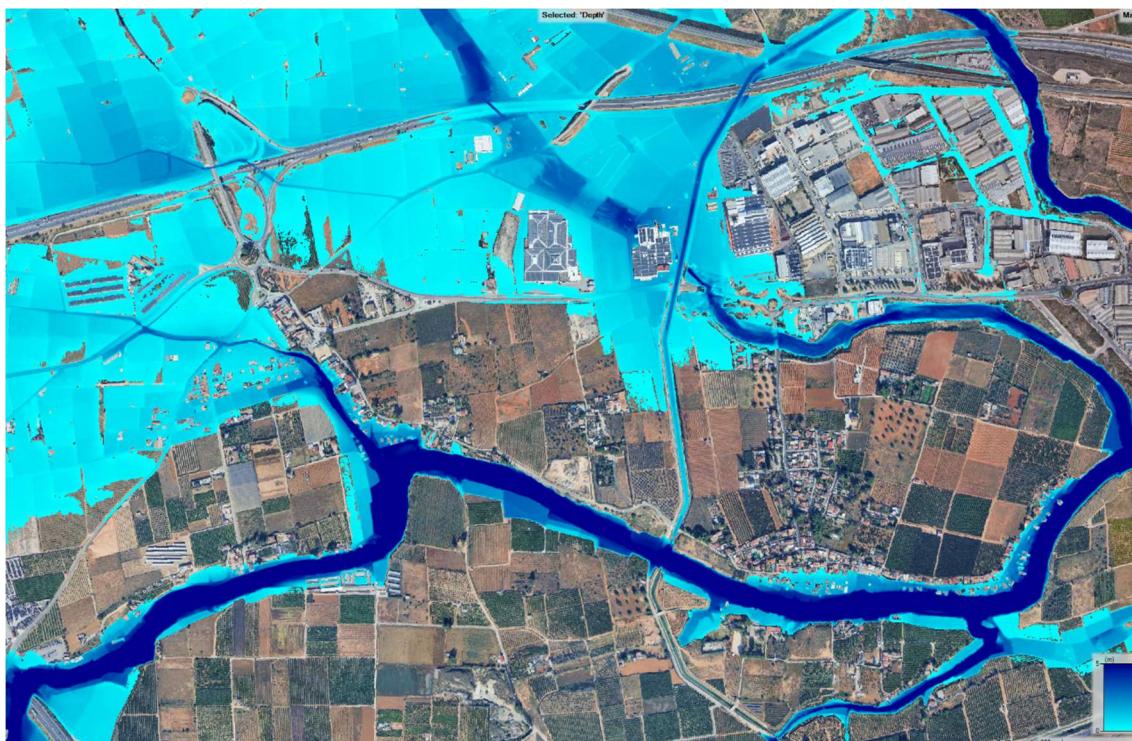


Figura 167. Resultados de modelación hidráulica de la inundación generada por la DANA. Envolvente de calados máximos en la zona 3 de Torrent.

Como puede apreciarse, los resultados del modelo ilustran a la perfección la problemática existente en esta zona oeste del casco urbano de Torrent. Las aguas procedentes del sur del Pla de Quart se incorporan de forma desordenada hacia los regueros que conforman la Cañada del Pequé y el Barranco de Soterraña, en las inmediaciones de la partida de la Venteta.

Mostrando las velocidades del flujo proporcionadas por el modelo, puede apreciarse como se generan velocidades altas en ambos arroyos, que generó importantes daños en ambas zonas. Por ejemplo, se identifica perfectamente el sentido de la corriente que arrastró decenas de vehículos en el aparcamiento de la empresa Campofrío.

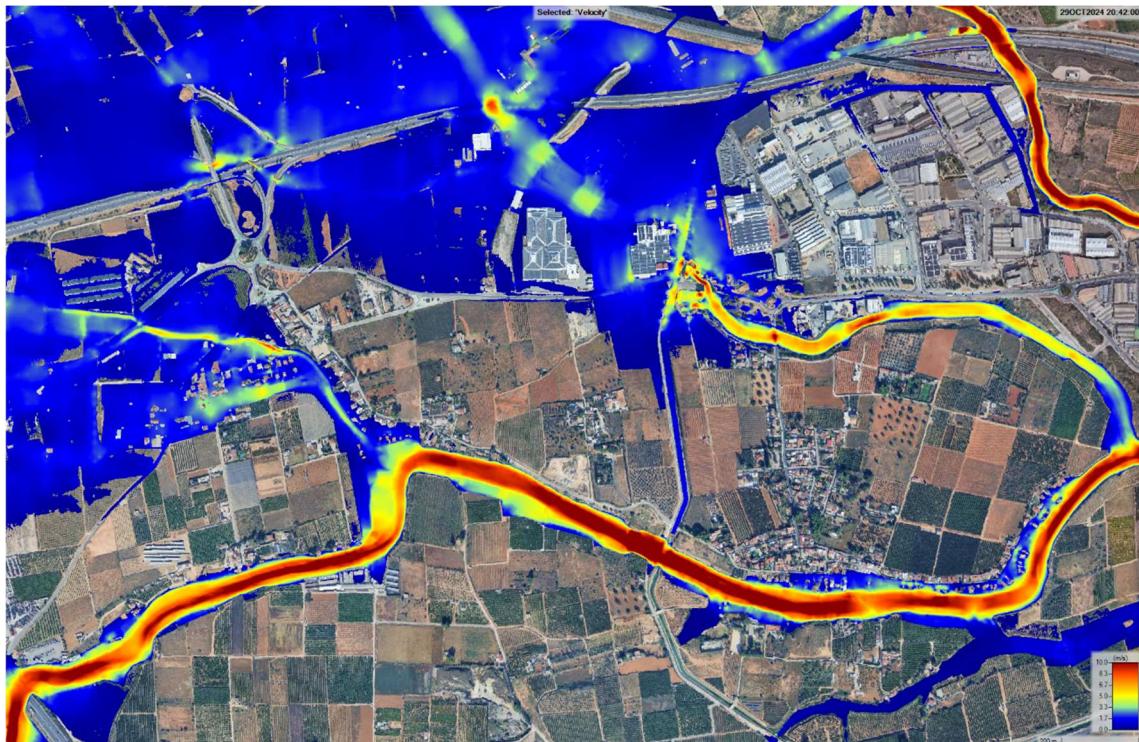


Figura 168. Resultados de modelación hidráulica de la inundación generada por la DANA. Velocidades del flujo en el instante en el que se alcanza el caudal máximo en la zona 3 de Torrent.

También resulta interesante la circulación del flujo que discurre paralelo al barranco de Horteta en la urbanización de la Curra, ya que a priori resultaría poco intuitivo. En esa zona, la corriente atraviesa dicha urbanización hacia el cauce de Soterraña, en lo que constituiría el drenaje final del sur del Pla de Quart. En la parte inferior derecha de la imagen, se aprecia igualmente el paleocauce activado desde el Barranc de Les Canyes hacia Horteta.

7.6.- RESULTADOS EN ZONA 4

En primer lugar se expone la envolvente de calados máximos obtenidos por el modelo hidráulico para esta cuarta zona. En esos resultados se aprecia la importante inundación generada por el Barranco de Horteta en este tramo, anegando de forma generalizada el parcelario que linda a ambos lados del cauce. Resulta especialmente llamativo la inundación total que se produce en el interior del meandro, asociada a las bajas cotas de las parcelas de su interior.

En la parte inferior-izquierda de la figura, se aprecia igualmente la importante crecida que se produce en el Barranco de los Giles, por la margen derecha de Horteta, anegando también una gran parte del parcelario de su entorno.

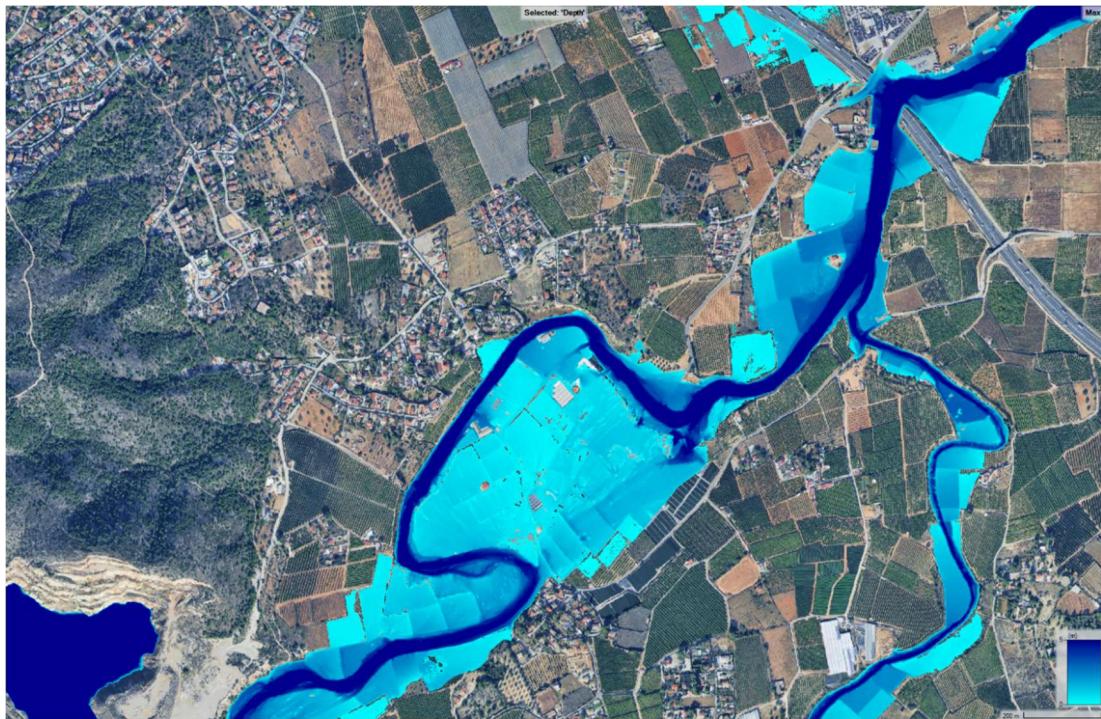


Figura 169. Resultados de modelación hidráulica de la inundación generada por la DANA. Envolvente de calados máximos en la zona 4 de Torrent.

En este caso, resulta interesante de nuevo ilustrar las velocidades proporcionadas por el modelo para este tramo. Dichas velocidades se corresponden con el instante de máxima inundación (no a la envolvente de velocidades, que podría no resultar representativa).

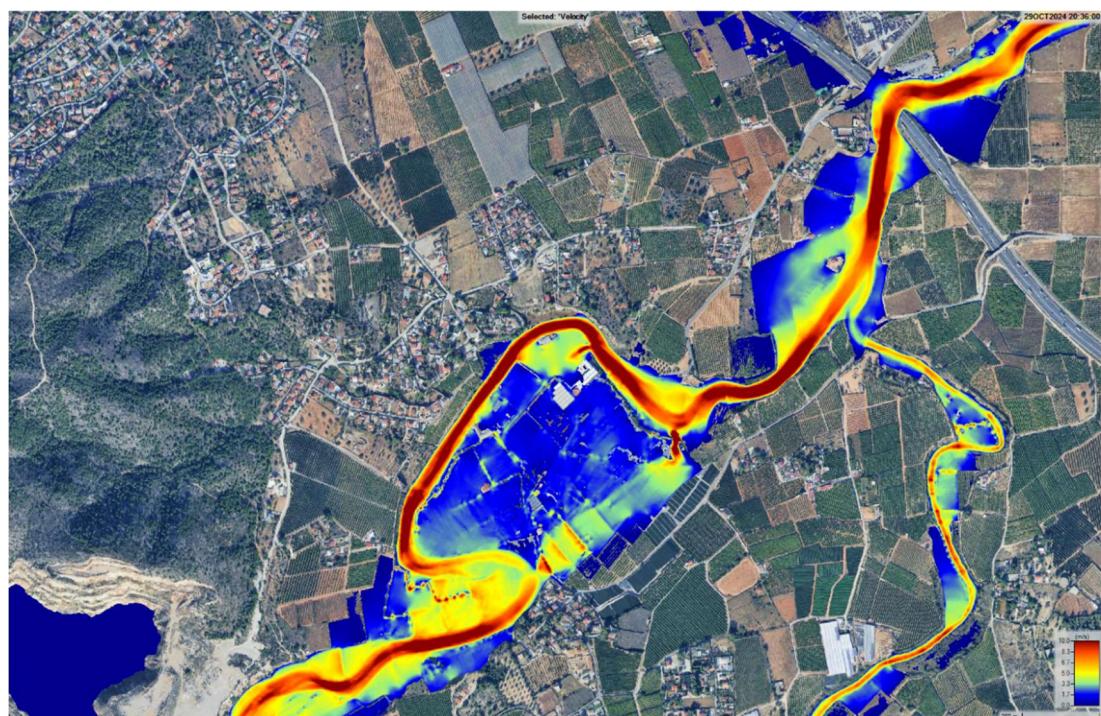


Figura 170. Resultados de modelación hidráulica de la inundación generada por la DANA. Velocidad del flujo para el instante del caudal máximo en la zona 5 (entorno del meandro del Bco. de Horteta).

De la figura anterior, puede apreciarse con claridad la tendencia del cauce a generar una corta fluvial a través del meandro, efecto que prevalecerá en las próximas crecidas.

7.7.- RESULTADOS EN ZONA 5

En esta zona el modelo muestra una inundación generalizada en todo el entorno del cauce de Horteta, lo que efectivamente se corresponde con la multitud de edificaciones dañadas en este entorno. Se puede apreciar también la inundación de la cantera de Calicanto, que tuvo un efecto favorable para reducir el caudal pico aguas abajo de este punto. El análisis hidráulico de la cantera se expondrá en un punto aparte, debido a su interés en relación con la crecida.

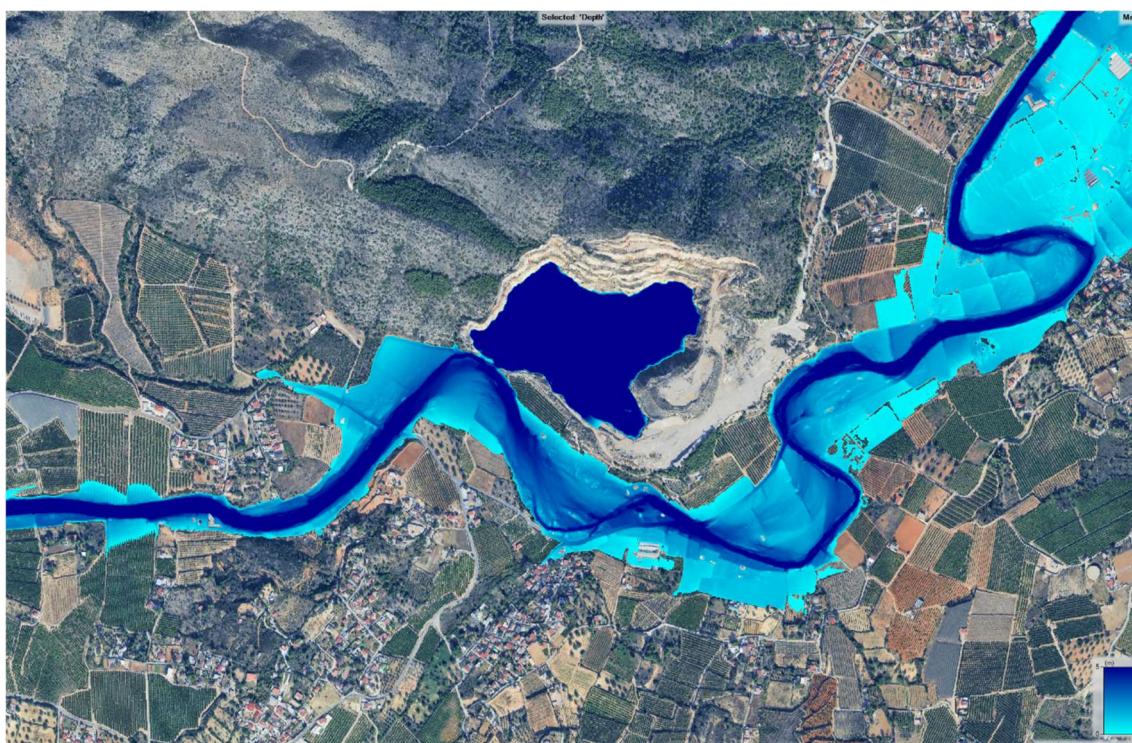


Figura 171. Resultados de modelación hidráulica de la inundación generada por la DANA. Envolvente de calados máximos en la zona 5 de Torrent.

Las velocidades del flujo en este tramo se exponen en el apartado 6 del Anexo 4 del informe, pero a modo de ejemplo, se ilustra un detalle de dichas velocidades en el entorno de la cantera, en un instante próximo a producirse el nivel máximo de la inundación. En esta imagen se muestran también las líneas de corriente, para ilustrar las diferentes direcciones seguidas por la corriente.

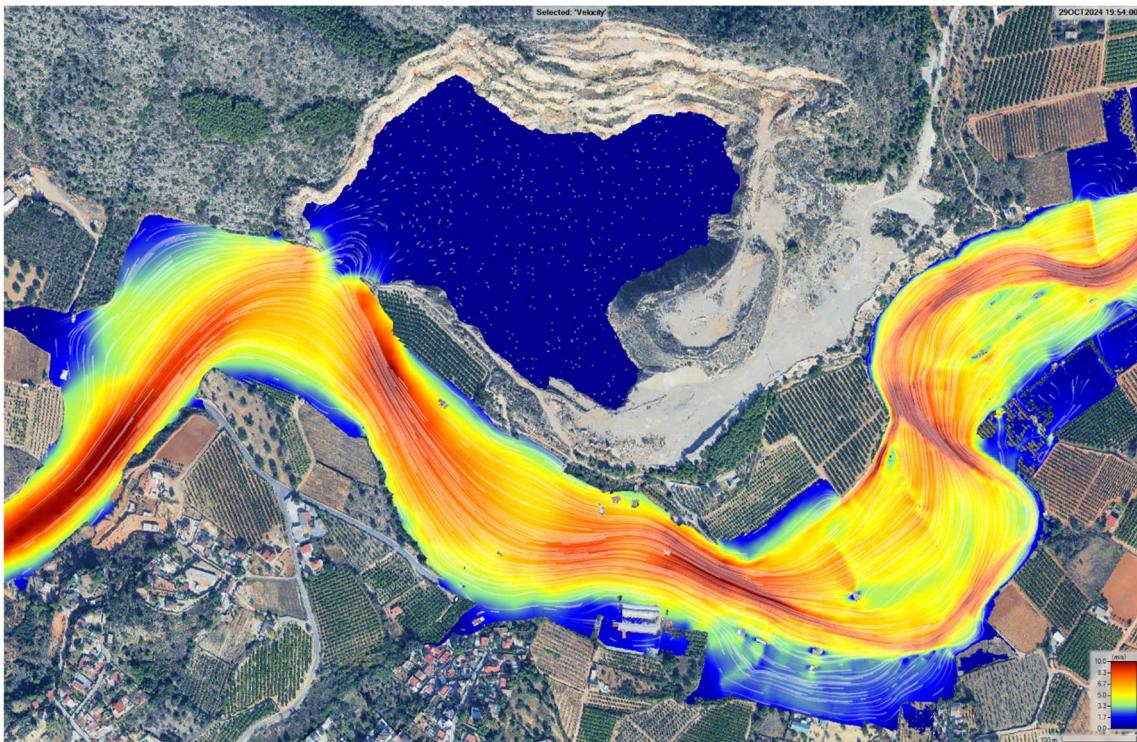


Figura 172. Resultados de modelación hidráulica de la inundación generada por la DANA. Líneas de corriente en el entorno de la cantera de Calicanto, en la zona 5, con la velocidad de fondo. Llenado de la misma por rotura de la margen izquierda de Horteta.

Resulta de interés identificar el comportamiento del agua en los meandros de esta zona de Horteta; como puede apreciarse, el flujo tiende a escapar del cauce y a atravesar por mitad de esos meandros.

7.8.- RESULTADOS EN ZONA 6

Por último, se muestra la envolvente de calados máximos obtenidos en la zona 6, en el que el barranco de Horteta pasa a denominarse Corxitelles. En esta zona, el flujo se concentró de forma relativamente ordenada en el interior del cauce, inundando únicamente sus terrazas fluviales en ambas márgenes, tal y como se muestra en la imagen siguiente, en cuya parte superior derecha, se aprecia también la inundación que proporciona el modelo para el Barranco de la Bota.

Las velocidades del flujo en este último tramo se exponen en el apartado 7 del Anejo 4 del informe, en los que se identifican las elevadas velocidades del flujo en este tramo, en dónde llegaron a alcanzarse corrientes por encima de 10 m/s. Eso explicaría la capacidad erosiva del flujo en esta zona, y el importante arrastre de sedimentos generados por la crecida en las áreas de aguas abajo.



Figura 173. Resultados de modelación hidráulica de la inundación generada por la DANA. Envolvente de calados máximos en la zona 6 de Torrent.

7.9.- COMPORTAMIENTO DE LA INUNDACIÓN EN LA CANTERA DE CALICANTO

Aunque no forme parte del estudio concertado con el Ayto. de Torrent, se ha considerado relevante hacer mención a esta cantera, que tuvo un papel laminador frente a la inundación del Barranco de Horteta, y en la crecida de poblaciones situadas aguas abajo, como Torrent, Picanya, Paiporta, etc.

Esta cantera, situada al sureste de la Sierra Perenchiza, está en desuso desde hace varios años. De forma fortuita, la erosión ocasionada por la margen izquierda del Barranco de L'Horteta durante la crecida, destruyó el talud de cierre que separaba la cantera de la rambla, permitiendo que el agua inundase su interior. De este modo, este elemento actuó de forma inesperada como un depósito de retención, reduciendo el caudal pico de Horteta hacia aguas abajo.

Por otra parte, en la modelación hidráulica desarrollada en el presente trabajo se ha considerado necesario, casi obligatorio, incluir este elemento laminador por la gran importancia que tuvo en el desarrollo de la crecida dentro del casco urbano de Torrent, al sustraer un volumen importante de agua y, seguramente, desmochar el pico del hidrograma.

En la fotografía siguiente se muestra el estado en el que quedó el dique de cierre de la cantera tras su destrucción parcial. Esta barrera presenta una doble rotura, la primera en la parte izquierda de la imagen, que queda ligeramente elevada respecto a los sedimentos depositados, y la segunda más hacia la derecha, que queda prácticamente a ras de los mismos. En esa imagen se aprecia que el cauce de aguas bajas ha desaparecido, al quedar totalmente anegado por los sedimentos arrastrados por la crecida.



Figura 174. Vista del dique de cierre de la cantera destruido, mirando hacia la margen izquierda del Barranco de L'Horteta.

Adicionalmente, se han hecho diferentes análisis sobre la cantera y el uso que se le podría dar en el futuro, modelándose hidráulicamente varios escenarios, que no se exponen en esta memoria por no formar parte del presente trabajo.

7.9.1.- Llenado de la cantera durante la DANA

En la siguiente secuencia de imágenes se muestran diferentes instantes de la crecida en la zona de esta cantera de Calicanto, obtenidas mediante la modelación hidráulica realizada, para ilustrar el proceso que tuvo lugar en su entorno.

La salida de resultados correspondiente al llenado de la cantera se exponen, de forma más detallada con mayor fragmentación temporal, en el apartado 8 del Anejo 4 del presente informe.

En primer lugar, y dentro de los tiempos de simulación del modelo, que se han procurado ajustar lo mejor posible a la realidad (aunque no tienen por qué coincidir con ella), se muestran los resultados

de la inundación a las 9 horas A.M. del día 29 de octubre. En ese instante, el caudal estaba circulando por Horteta, sin haberse iniciado el vertido por la margen izquierda.



Figura 175. Resultados del modelo hidráulico en el entorno de la cantera de Calicanto, a las 9 h.

A las 17 h, una vez se inicia el segundo pico de caudal que trasegó el cauce de Horteta, el modelo empieza a identificar el vertido de agua hacia la cantera, por su margen izquierda.



Figura 176. Resultados del modelo hidráulico en el entorno de la cantera de Calicanto, a las 17 h.

En la imagen siguiente, que muestra los resultados de la modelación hidráulica 2D a las 18:30 h, se evidencia que el rápido ascenso del hidrograma provoca que el flujo empiece a desbordar de forma generalizada hacia la cantera, acelerándose su llenado.

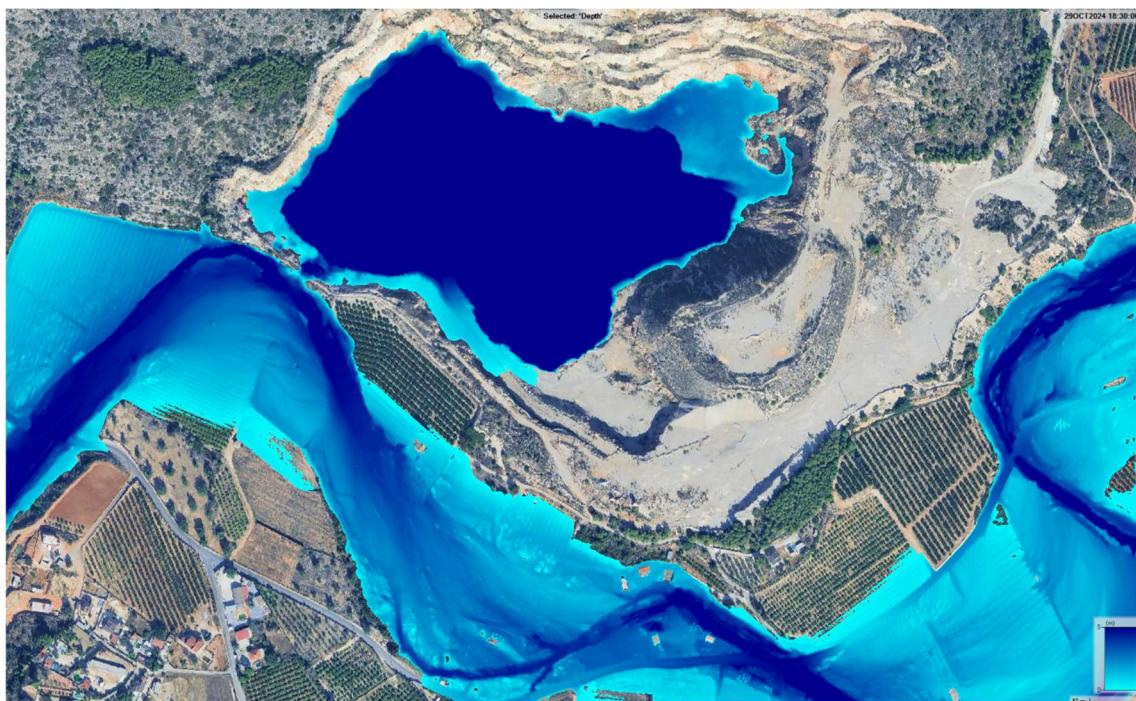


Figura 177. Resultados del modelo hidráulico en el entorno de la cantera de Calicanto, a las 18:30 h.

A las 20 h, la crecida se sigue propagando de forma intensa a lo largo del Barranco de Horteta. Sin embargo, la cantera ha dejado de intervenir en el proceso, al estar ya completamente llena hasta el nivel de energía que marcaba el flujo en el barranco.

Es decir, la igualdad de energía hidráulica entre el interior de la cantera (con el agua casi en reposo) y el cauce de Horteta, fue lo que marcó que el vaso de la cantera dejase de llenarse.

Se puede decir, por tanto, que sobre esa hora en la cantera se alcanzó su nivel máximo de retención, agotando su capacidad de almacenar más caudal procedente de la avenida, y quedando el flujo prácticamente detenido en su interior, salvo una pequeña salida que se produjo en los instantes posteriores, como se expondrá tras la figura siguiente.



Figura 178. Resultados del modelo hidráulico en el entorno de la cantera de Calicanto, a las 20 h.

En instantes posteriores, al empezar a rebajarse el nivel del agua en el cauce de Horteta, parte del volumen de agua retenido en la cantera comenzó a salir de la misma (al estar el nivel de agua en la cantera a mayor cota que la inundación en el entorno del cauce), volviendo a alimentar el barranco.

7.9.2.- Volumen retenido

En los cálculos realizados sobre el volumen que llegó a retener la cantera durante la DANA, se estima que el volumen retenido fue de aproximadamente 2.7 Hm^3 (dos mil setecientos millones de litros), valor en el que se incluye agua y sedimentos arrastrados por la corriente.

Se trata, por tanto, de un volumen relevante. Como ejemplo comparativo, el embalse de Buseo situado en uno de los afluentes del Río Turia por su margen derecha, tiene una capacidad total de embalse por debajo de 7.5 Hm^3 . Este embalse fue también noticia durante la DANA, al haberse puesto en riesgo la estabilidad de su presa al haber pasado el flujo unos 2 metros por encima de la misma, y haberse dañado de forma importante su estribo derecho.

Como la infiltración en el lecho de la cantera presenta un orden de magnitud muy inferior al de su tiempo de llenado, puede afirmarse que el volumen almacenado por la misma fue el mismo que el interceptado al hidrograma procedente de Horteta.

En cualquier caso, cabe indicar que el beneficio que tuvo la cantera en la inundación, no es inmediato ni evidente. El motivo es que como el hidrograma de L'Horteta avanzó por el territorio antes que el del sistema de la Rambla del Poyo, la rotura del dique y el llenado de la cantera pudo retrasar el pico de la crecida en el barranco de L'Horteta, ocasionado un mayor solape con el caudal máximo procedente del Poyo.

Si esto hubiera sido así, se minoraría el beneficio que supuso la retención de volumen de agua en el espacio de la cantera. En cualquier caso, y dado el interesante papel que jugó este elemento tan singular durante la inundación, esto podría ser objeto de un estudio adicional de mayor detalle.

7.9.3.- Situación futura de la cantera

Tal y como se ha indicado, resultaría de interés considerar esta cantera como un futuro elemento laminador integrado en el sistema Horteta-Poyo. No se debería perder de vista la función de esta cantera como posible zona de sacrificio aguas arriba de la zona urbana que atraviesa Horteta.

Los autores de este informe ya se han adentrado en este análisis, considerando algunas hipótesis de trabajo y desarrollando modelos hipotéticos sobre ellas, con resultados satisfactorios. En este sentido, se han tenido en cuenta diferentes factores sociales y ambientales, entre los que la mejora frente a la peligrosidad por inundaciones sólo debería ser uno de ellos.

Se recomienda que las diferentes administraciones desarrollem de forma conjunta este espacio, de forma serena y coordinada, ya que tras el paso de la DANA no requiere de urgencia y ofrece múltiples opciones que deberían ser exploradas. Madurar un buen estudio de alternativas para esta cantera, revertirá en su aprovechamiento para la sociedad a largo plazo, y facilitará su gobernanza.

7.10.- ESTIMACIÓN DE CAUDALES DURANTE LA CRECIDA DEL 29-10-2025

El modelo hidráulico que se ha desarrollado en la zona de estudio, permite extraer información de sus simulaciones que de otro modo resultaría extremadamente complicada de obtener. La complejidad del territorio, su gran extensión afectada por la DANA, y la no linealidad de los procesos hidráulicos, hacen casi imposible prever lo que pasó en un punto u otro de las áreas inundadas el 29 de octubre de 2024, sin el soporte de una herramienta de este tipo.

Tal y como se ha indicado con anterioridad, actualmente, casi un año después del evento, aún se tiene una gran incertidumbre respecto a los caudales trasegados por los diferentes cauces de esta comarca. Por eso, se ha considerado interesante cuantificar los flujos trasegados durante la DANA utilizando este modelo hidráulico.

El proceso para realizar esta estimación de caudales, se ha explicado en el apartado 6.3.7, y al inicio del punto 7 del informe.

7.10.1.- Envolvente de caudales máximos en los diferentes cauces

Tras el trabajo iterativo llevado a cabo para el encaje de los resultados del modelo hidráulico con las huellas de la crecida identificadas en el territorio, los caudales máximos obtenidos en cada uno de los cauces se muestran en la siguiente tabla.

Cauce	Caudal pico (m ³ /s)
Rambla del Poyo	2418
Barranco de Corxitelles (Horteta)	1391
Barranco del Pozale - Saleta	1325
Barranco del Gallego	1576
Barranco del Pelos	459
Barranco de Les Canyes	39
Barranco de Giles	994
Barranco de la Bota	1702
Barranco de Sechara	721
Total caudal:	10635

Tabla 25. Caudales máximos obtenidos en cada cauce analizado con el modelo hidráulico, según el ajuste realizado a los niveles máximos de inundación.

Por lo tanto, esto supone un caudal volumétrico de más de diez mil metros cúbicos por segundo, para el conjunto del sistema Saleta-Poyo-Horteta, muy superior a los caudales que se han estado barajando hasta ahora.

Además, adicionalmente, dentro del modelo se ha introducido un caudal en el Turia de 2700 m³/s, aunque este valor no ha sido contrastado. Ha sido únicamente para contribuir al funcionamiento hidráulico del modelo aguas abajo más coherente con la realidad de la crecida. Esta crecida del Turia no ha sido incluida en esta cuantificación.

Repartiendo el caudal entre los sistemas fluviales principales, la tabla anterior se podría reorganizar de este otro modo:

Cauce	Caudal pico (m ³ /s)
Rambla del Poyo	3139
Barranco de Gallego-Pelos	2035
Barranco de Horteta	4126
Barranco de La Saleta	1325
Total caudal:	10635

Tabla 26. Caudales máximos obtenidos en cada sistema, según el ajuste realizado a los niveles máximos de inundación.

Todos estos caudales no llegaron a alcanzar el casco urbano de Torrent, ya que el Barranco de la Saleta drena hacia Aldaia y Alaquás, y parte de la inundación de los barrancos de Sechara, del Gallego, del Pelos y de la Rambla del Poyo, desborda hacia el este antes de entrar en el municipio objeto de estudio.

7.10.2.- Incertidumbres

Debido a la elevada complejidad de este trabajo y de esta estimación de caudales, resulta interesante reflexionar sobre algunas incertidumbres asociadas al mismo, que se exponen en los apartados siguientes:

- Al haberse obtenido estos valores a partir de las huellas dejadas durante la crecida, cabe indicar que se trata de caudales volumétricos, no exclusivamente líquidos. Aunque se desconozca el porcentaje de sedimentos y escombros arrastrados, parámetro muy complicado de determinar, se podría estimar que éste pudo estar en el entorno del 20%, o

incluso del 25%, valor muy elevado, pero razonable para este tipo de eventos extremos. Esta estimación permitiría establecer el caudal líquido máximo que circuló durante la crecida.

- El arrastre de vehículos y vegetación ha sido también de una magnitud importante (los cauces han quedado prácticamente desnudos), lo cual también genera una gran incertidumbre respecto a la relación entre niveles de inundación y caudales exclusivamente líquidos.
- Las simulaciones de la inundación se han realizado considerando la geometría de los cauces después del paso de la DANA, pero algunas de las laderas podrían haberse desmoronado posteriormente, tras haber circulado el caudal máximo. Como la secuencia de erosiones en el cauce y el desprendimiento de laderas resulta imposible de determinar, esto genera una cierta incertidumbre en el modelo geométrico utilizado para esta estimación.
- Para reproducir lo más fielmente posible el evento de la DANA, se ha considerado que la crecida en cada uno de los barrancos no se produjo de forma simultánea. Al contrario; los resultados obtenidos en el estudio hidrológico evidencian que los cauces situados hacia el suroeste (Bco. de Giles, Bco. de Horteta o Bco. de la Bota), se activaron antes que los ubicados al oeste (Bco. del Gallego, Bco. del Pelos o Bco. de Sechara), y estos a su vez, antes que los situados más al noroeste (Rambla del Poyo o Bco. del Pozalete). Como consecuencia, hubo un cierto desfase entre los picos de caudal de los diferentes cauces, que contribuyó a que la crecida no fuera más devastadora aún. En cualquier caso, a pesar de haber intentado reproducir esta secuencia, se desconoce la diferencia temporal exacta entre los picos del evento en cada subsistema fluvial, parámetro casi imposible de determinar.
- Para validar los resultados proporcionados por el modelo hidráulico con las huellas dejadas por la inundación, se ha preferido ser prudente frente a las incertidumbres. En este sentido, ha habido niveles medidos en campo que se no se han implementado en el modelo, ya que si hubiera hecho, los resultados habrían sido incluso superiores a los obtenidos. Esto permite afirmar que los caudales expuestos en el punto anterior quedan del lado de la seguridad respecto a la inundación que tuvo lugar en octubre del 2024, cuyos caudales reales fueron seguramente mayores.

En cualquier caso, y a pesar de estas incertidumbres, se puede afirmar también que este modelo hidráulico supone una herramienta muy trabajada y precisa, como es el caso de la cartografía de

detalle que se ha utilizado en el modelo geométrico, con precisión de 1x1 metros, o el cotejo con la inundación real. Por ello, puede afirmarse que los resultados obtenidos presentan una buena aproximación a lo que fue la realidad del evento, y los caudales estimados resultan altamente fiables.

7.10.3.- Hidrogramas en puntos de interés

Tal y como se ha explicado en el apartado anterior, los picos de los hidrogramas presentan en el modelo un cierto desfase por varios motivos, entre los que cabe destacar:

- La tormenta alcanzó cada subcuenta en instantes distintos, ya que la DANA entró por el sureste desde el Mar Mediterráneo y ascendió por el interior en dirección norte-noroeste. Por tanto, las subcuencas no se activaron de forma simultánea.
- Diferentes tiempos de concentración en cada cuenca, y su respuesta respecto a la generación de escorrentía superficial.

Como consecuencia, la suma de los caudales máximos que se obtengan en ciertas zonas del modelo hidráulico, no tienen por qué coincidir con la suma de los caudales introducidos en cada uno de los barrancos. Aunque conceptualmente esto es una obviedad hidrológica, también cabe indicar que en este sistema la laminación no ha sido relevante (salvo la inundación en el Pla de Quart), por lo que tampoco diferirá mucho. Por otra parte, la rapidez extrema del evento, contribuye también a que el efecto laminador en los cauces haya podido resultar irrelevante.

Como diagnóstico general de la inundación, los resultados proporcionados por el modelo hidráulico permiten identificar dos grandes zonas de desbordamiento en el sistema analizado:

- Al norte, los caudales procedentes del Barranco de la Saleta hacia Aldaia y Alaquás. Esta franja de inundación recibe también parte del flujo desbordado desde la margen izquierda de la Rambla de Poyo, y quizás podría estar afectada parcialmente por el desbordamiento desde los Barrancos del Gallego y Pelos, aunque esto último resulta menos probable.
- Al sur, el flujo que se concentra al norte del casco urbano de Torrent. Este punto resulta especialmente interesante, porque recoge los caudales procedentes de casi todo el este del sistema fluvial, incluyendo la inundación del sur del Pla de Quart.

Además, los resultados permiten identificar también dos grandes áreas anegadas por la avenida, que separan el territorio inundado en dos sectores. Uno más occidental, en que el flujo descendió con mayor energía hasta alcanzar el Pla de Quart, y otro más oriental, en el que se produjo una vasta inundación masiva en lo que ha tendido a denominarse “la zona cero”, debido al elevado número de víctimas mortales.

Esa partición en dos mitades se puede apreciar en el siguiente resultado general obtenido mediante el modelo hidráulico, que ilustra con claridad esa fragmentación del área inundada entre la zona oeste y situada más al este.

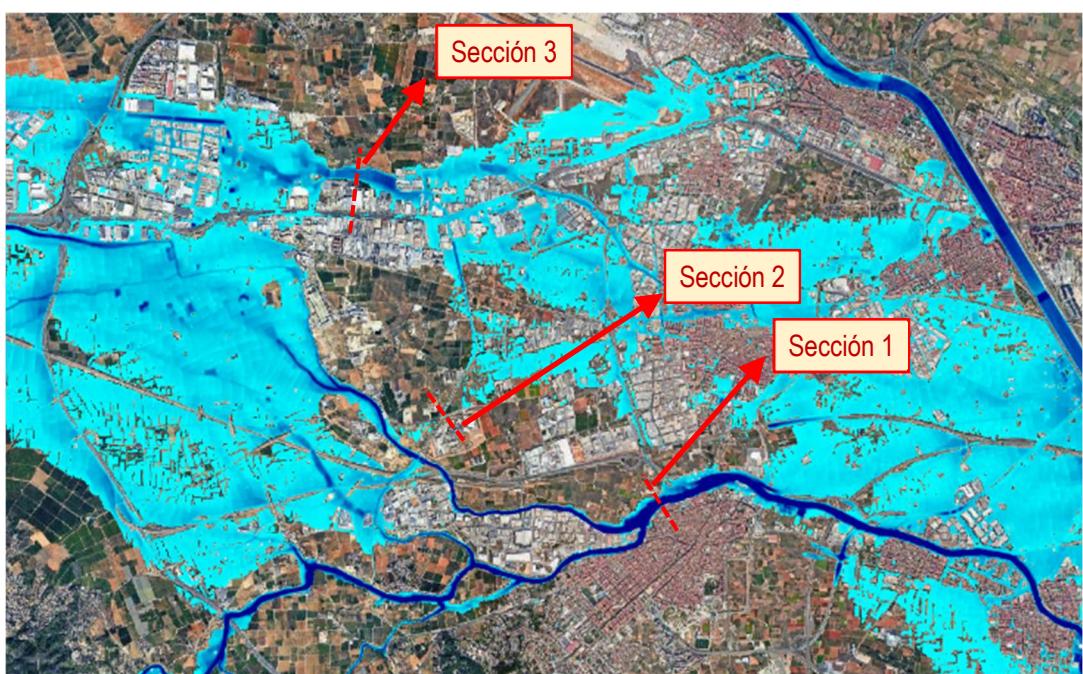


Figura 179. Secciones para la obtención de hidrogramas durante la crecida ocasionada por la DANA.

Resulta, por tanto, casi obligatorio extraer los hidrogramas proporcionados por el modelo en estos dos puntos, que se ilustran mediante las dos secciones nº 1 y nº 3 de la figura siguiente. A ellas se les ha añadido otra sección nº 2 en la que el modelo presenta una cierta circulación que parece escapar hacia Alaquás.

En las figuras siguientes se muestran los resultados que ha proporcionado el modelo en estas tres secciones, que permiten calcular el caudal total que pasó de la zona alta de la cuenca, hacia la zona baja, en la que se produjeron los mayores daños sobre bienes y personas.

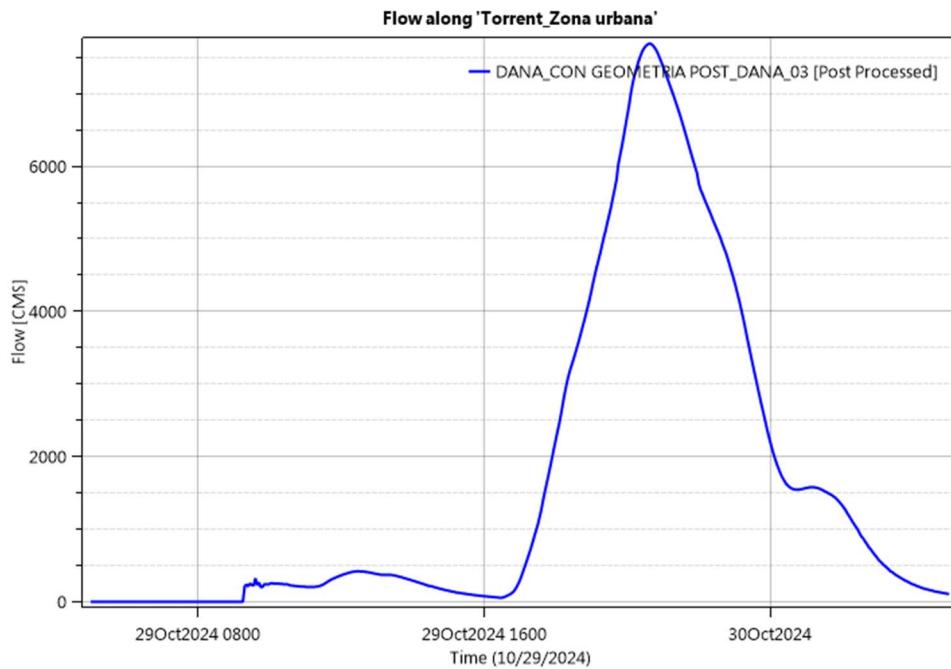


Figura 180. Hidrograma generado por el modelo hidráulico en la Rambla del Poyo, al norte del casco urbano de Torrent (Sección 1).

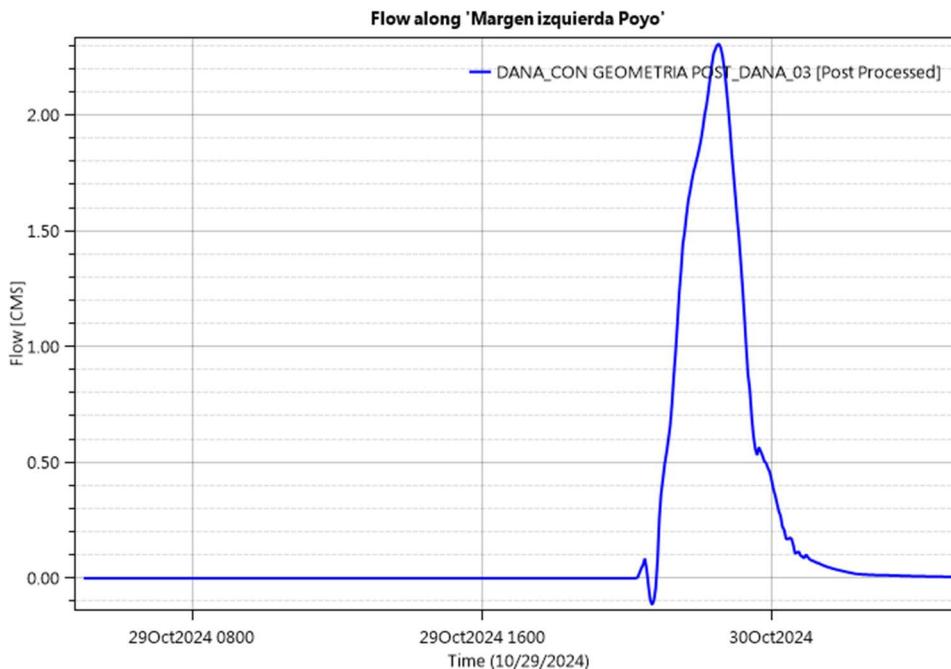


Figura 181. Hidrograma generado por el modelo hidráulico en la margen izquierda de la Rambla del Poyo, para cuantificar los caudales que escapan en el entorno del canal Júcar-Turia (Sección 2).

Esta sección 2, que había sido considerada tras visualizar los resultados de inundación en el modelo, finalmente parece proporcionar un caudal irrelevante.

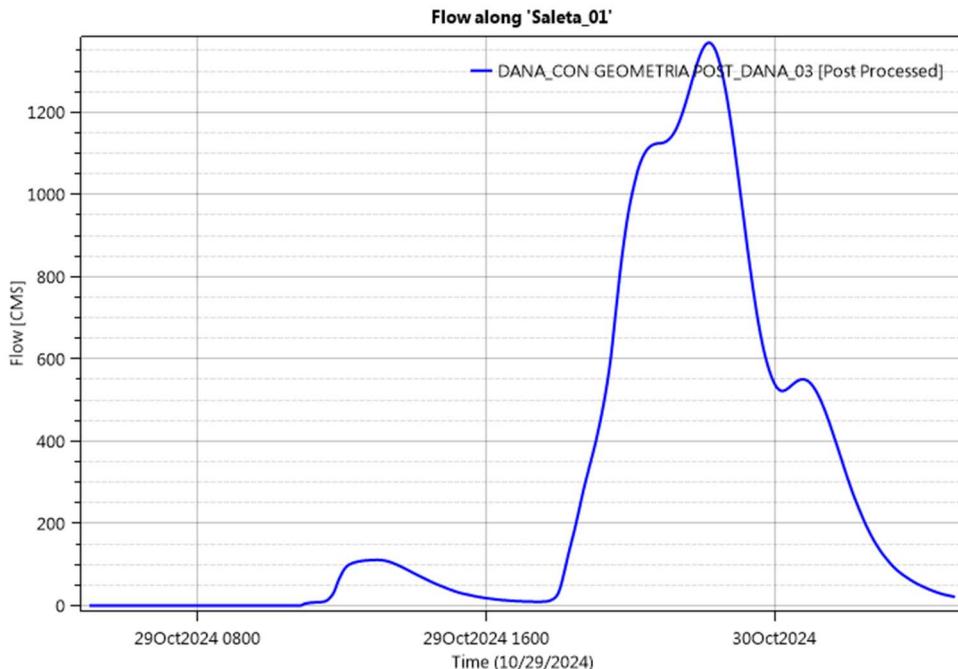


Figura 182. Hidrograma generado por el modelo hidráulico en el Barranco de la Saleta (Sección 3).

7.10.4.- Caudal máximo simultáneo durante la crecida

Los caudales máximos proporcionados por el modelo considerando los tres hidrogramas obtenidos en el apartado anterior, se resumen en la tabla adjunta.

Sección de corte	Caudal pico (m^3/s)
Sección 1 (Rambla del Poyo en Torrent)	7689.2
Sección 2 (Canal Júcar-Turia)	2.3
Sección 3 (Barranco de la Saleta)	1369.3
Total caudal:	9060.8

Tabla 27. Caudales máximos obtenidos por el modelo hidráulico, en las tres secciones que separan la parte alta y baja de la inundación.

Por lo tanto, lo que el modelo hidráulico indica es que de los $10600\ m^3/s$ que entraron en el sistema a través de sus diferentes cauces, sólo se llegaron a transmitir simultáneamente poco más de $9000\ m^3/s$ hacia la parte baja de la cuenca. El efecto laminador del Pla de Quart, y el desfase identificado entre los hidrogramas de los diferentes cauces (que se ha introducido en el modelo), redujo el caudal pico en estas tres secciones en unos $1600\ m^3/s$.

8.- VARIACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN

El objetivo de este apartado es analizar cómo han podido variar los niveles de peligrosidad por inundación fluvial en el entorno de los cauces, como consecuencia de las variaciones geomorfológicas que sufrieron los cauces durante la crecida de octubre de 2024. Entre esas variaciones han predominado el desprendimiento de laderas, y las erosiones o depósitos en los diferentes cauces.

Con ello, se pretende conocer la consecuencia final de esta gran avenida frente a posibles eventos que puedan producirse en el futuro y evidenciar que los mapas de peligrosidad fluvial de las cartografías oficiales pueden haber variado tras la DANA.

8.1.- ORGANIZACIÓN DE SALIDAS DE RESULTADOS

Tal y como se ha expuesto en los apartados anteriores, ha sido necesario desarrollar un modelo que abarque una gran extensión, para poder reproducir las características de la crecida que tuvo lugar en octubre de 2024. Esta necesaria amplitud del ámbito del modelo, dificulta la salida de resultados de los cálculos hidráulicos realizados, ya que, si se muestran a nivel general dentro del ámbito de estudio, resulta complicado visualizar ciertos detalles.

Además, los resultados que se quieren mostrar en este apartado requieren poder presentarse de forma homogénea para los diferentes períodos de retorno, de modo que permitan compararse las diferencias en el interior de una misma zona.

Por ello, se mostrarán los resultados utilizando la división en seis zonas que se ha expuesto en el apartado 7.2 del informe. En dicha partición, se ha fragmentado el término municipal en áreas de mayor detalle en las que se pueda apreciar con mayor claridad el comportamiento hidráulico de los cauces principales de Torrent.

8.2.- SITUACIÓN PRE DANA

En primer lugar se ha realizado un modelo hidráulico para evaluar los niveles y alcance de inundación esperables con la cartografía anterior al paso de la DANA, según lo indicado anteriormente. Aunque

existen estudios de inundabilidad oficiales (PATRICOVA y el SNCZI), no son herramientas con las que se pueda trabajar, ya que sólo permiten visualizar sus resultados de forma gráfica.

Por este motivo, se ha optado por elaborar un modelo hidráulico propio que permita reproducir la inundación en la situación anterior a la DANA, y para diferentes períodos de retorno, de modo que constituya una herramienta de trabajo sobre la que implementar las modificaciones que se deseen, que en este caso será una posterior modificación en los cauces para considerar el efecto post-DANA.

A modo de ejemplo, en el apartado 8.4 se mostrarán los resultados en las 6 zonas de estudio mencionadas en el apartado 8.1 (que se describen en el apartado 7.2), representados únicamente para el periodo de retorno de 500 años, por ser en el que mejor pueden identificarse las diferencias, dada su gran extensión. El resto de resultados se exponen de forma más detallada en el Anejo 3 del trabajo.

8.3.- SITUACIÓN POST DANA

Según lo indicado en los apartados 6.2 y 6.3.3, la inundación ocasionada por la DANA ha generado importantes cambios geomorfológicos en los cauces, que variarán su comportamiento hidráulico ante futuras crecidas. Al haber elaborado un modelo hidráulico propio, se pueden implementar dichos cambios geomorfológicos para calcular su comportamiento ante futuras crecidas. Por tanto, esta situación posterior a la DANA consistirá en nuevas simulaciones hidráulicas, implementando en el modelo las variaciones geométricas sufridas por los cauces.

Al igual que antes, en esta memoria se expondrán únicamente los resultados obtenidos por este segundo modelo para el periodo de retorno de 500 años, en las 6 zonas de estudio. Los resultados para el resto de periodos de retorno se exponen en el Anejo 3 del informe.

8.4.- COMPARACIÓN DE RESULTADOS ENTRE PRE DANA Y POST DANA

Se dispone, por tanto, de dos modelos hidráulicos con los que se ha simulado la situación anterior y posterior a la DANA, para períodos de retorno de 25, 100 y 500 años. En los apartados siguientes se comparan los resultados obtenidos con ambos modelos para el mayor de esos cuantiles, con objeto de identificar las diferencias esperables en la inundación.

Los resultados detallados de las simulaciones realizadas a lo largo de este apartado se mostrarán en el Anejo 3 del presente informe.

8.4.1.- Zona 1. T=500 años

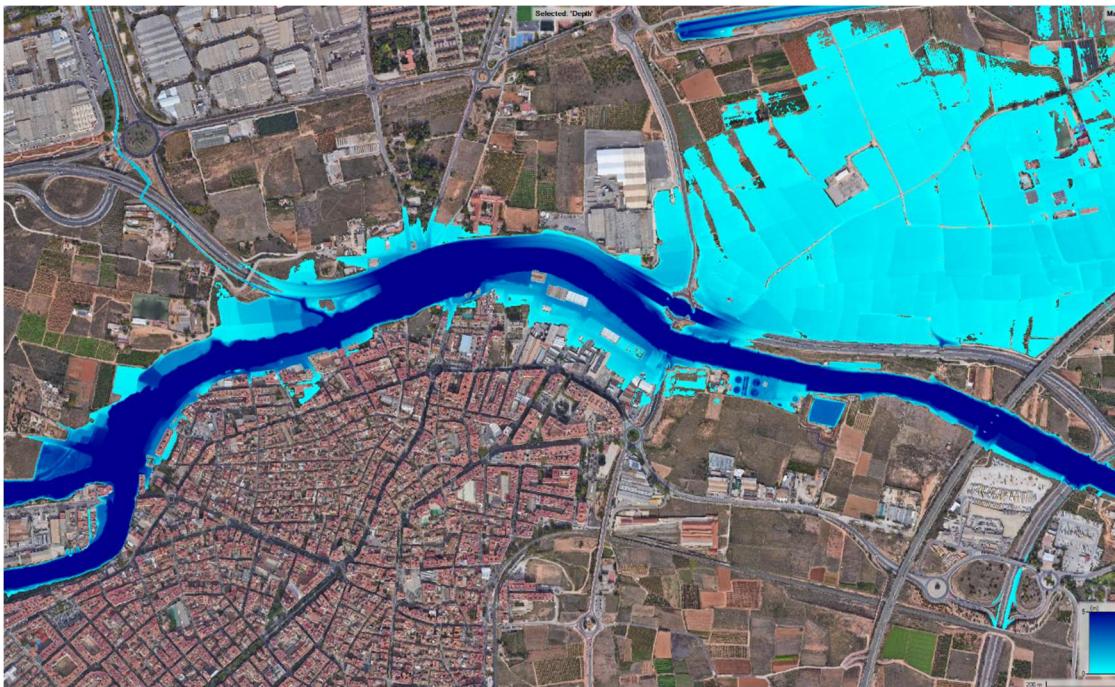


Figura 183. Resultados del modelo hidráulico en la zona 1 en la situación PRE-DANA. T= 500 años.

Mientras que en la situación posterior a la DANA se tendría:

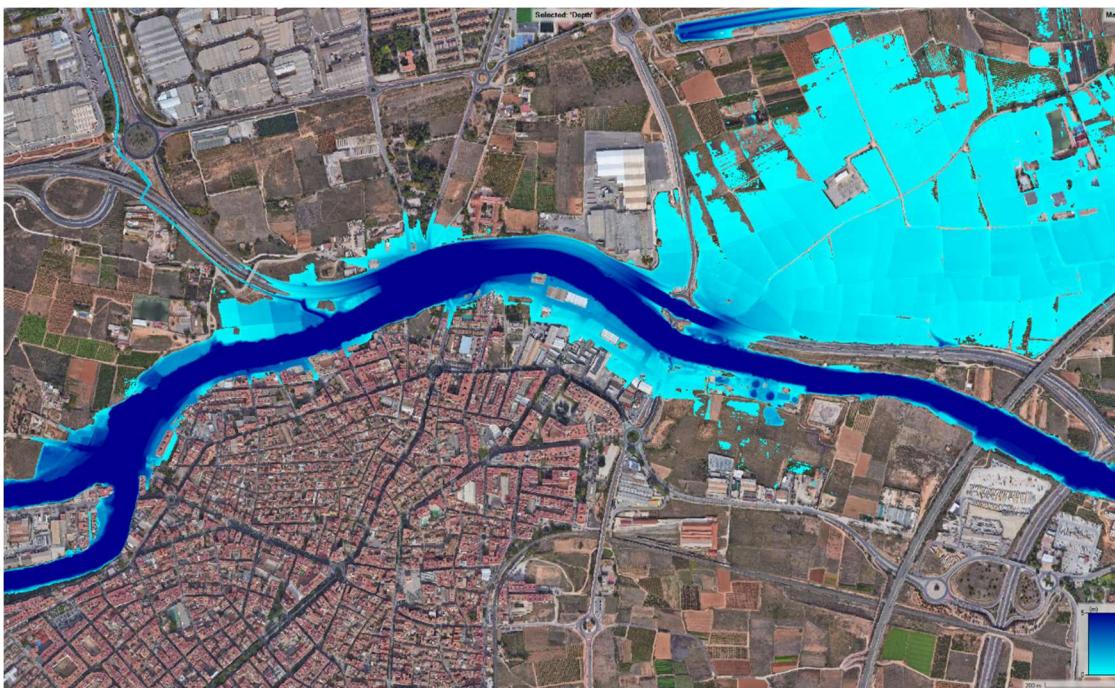


Figura 184. Resultados del modelo hidráulico en la zona 1 en la situación POST-DANA. T= 500 años.

8.4.2.- Zona 2. T=500 años



Figura 185. Resultados del modelo hidráulico en la zona 2 en la situación PRE-DANA. T= 500 años.

Mientras que en la situación posterior a la DANA se tendría:



Figura 186. Resultados del modelo hidráulico en la zona 2 en la situación POST-DANA. T= 500 años.

8.4.3.- Zona 3. T=500 años



Figura 187. Resultados del modelo hidráulico en la zona 3 en la situación PRE-DANA. T= 500 años.

Mientras que en la situación posterior a la DANA se tendría:

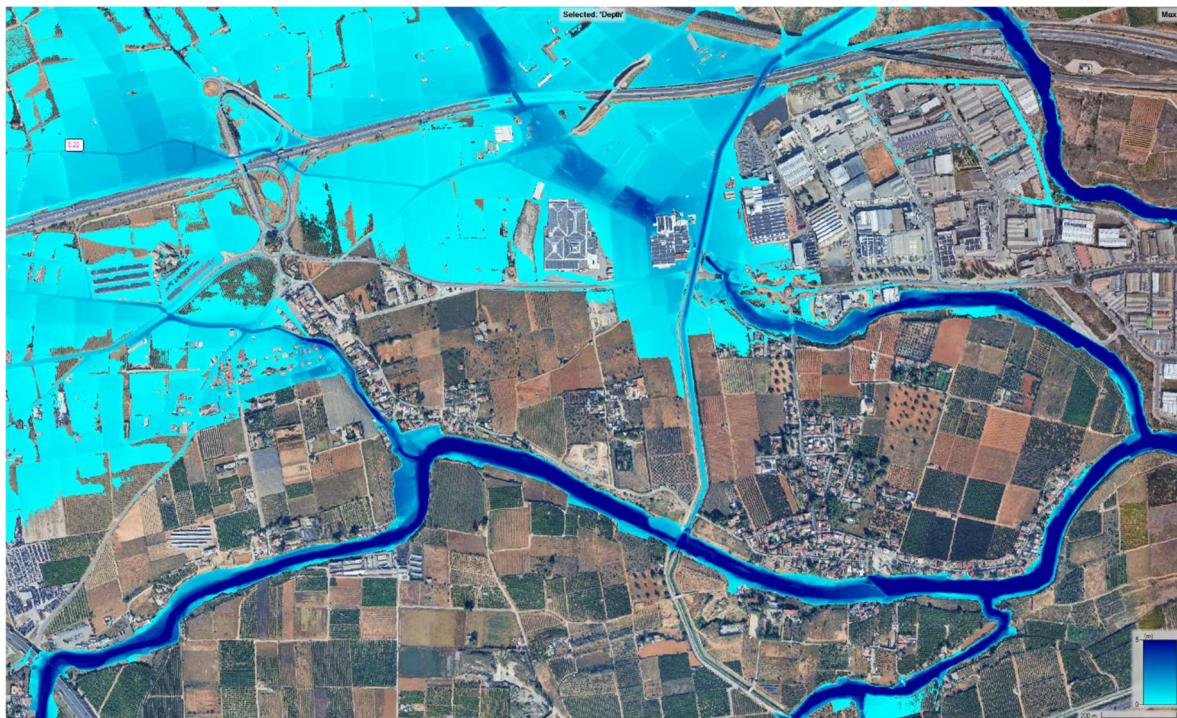


Figura 188. Resultados del modelo hidráulico en la zona 3 en la situación POST-DANA. T= 500 años.

8.4.4.- Zona 4. T=500 años

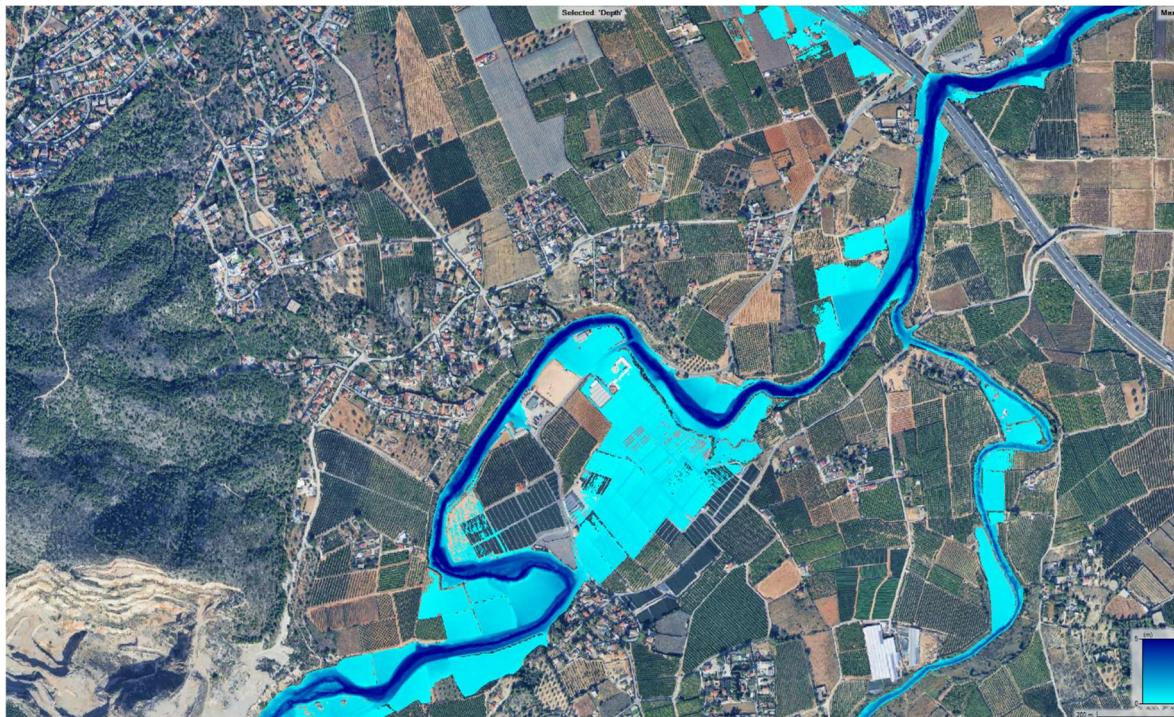


Figura 189. Resultados del modelo hidráulico en la zona 4 en la situación PRE-DANA. T= 500 años.

Mientras que en la situación posterior a la DANA se tendría:

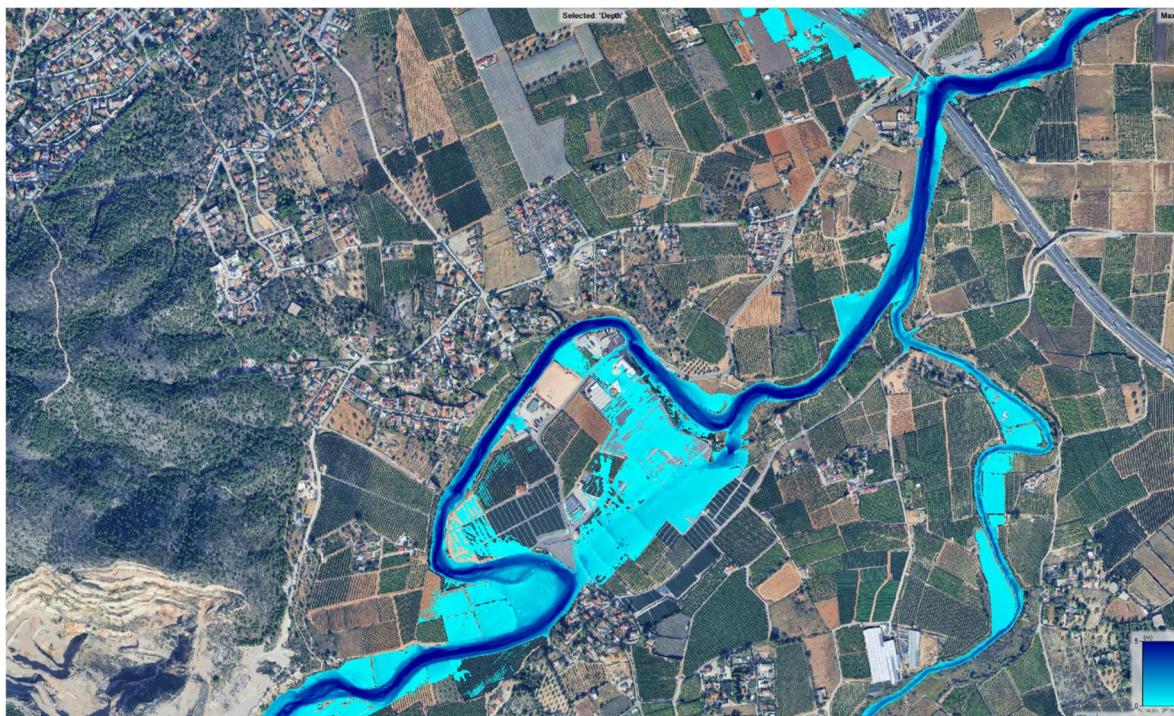


Figura 190. Resultados del modelo hidráulico en la zona 4 en la situación POST-DANA. T= 500 años.

8.4.5.- Zona 5. T=500 años

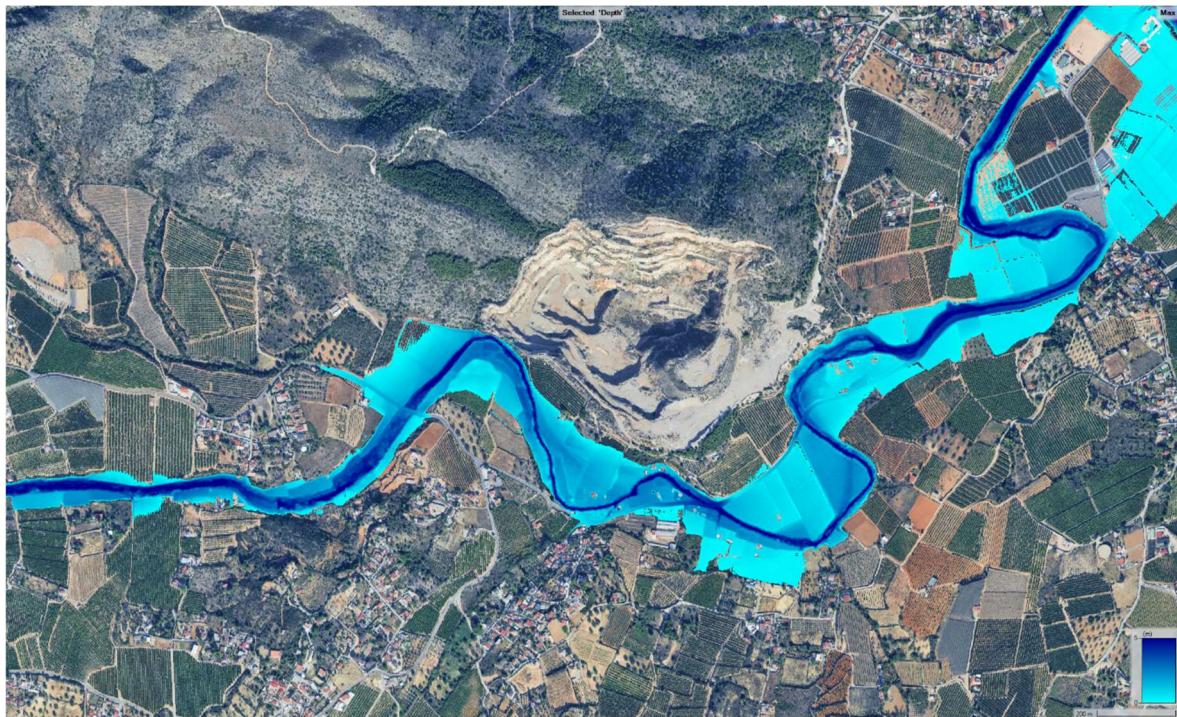


Figura 191. Resultados del modelo hidráulico en la zona 5 en la situación PRE-DANA. T= 500 años.

Mientras que en la situación posterior a la DANA se tendría:

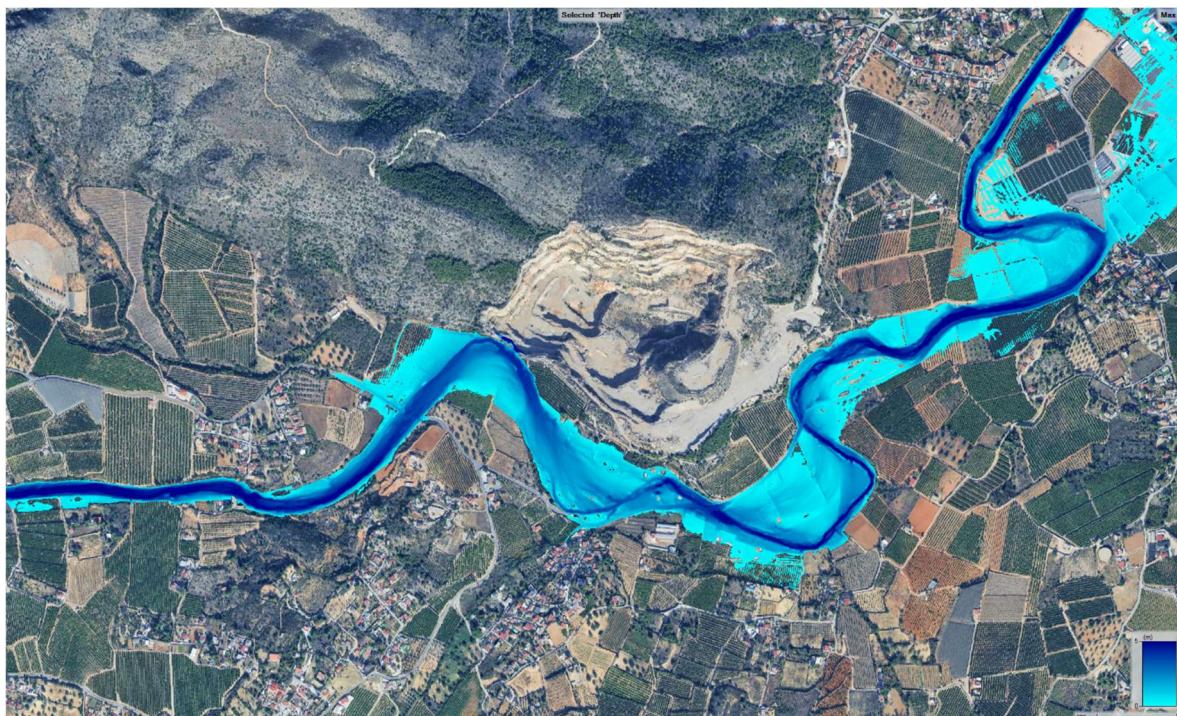


Figura 192. Resultados del modelo hidráulico en la zona 5 en la situación POST-DANA. T= 500 años.

8.4.6.- Zona 6. T=500 años



Figura 193. Resultados del modelo hidráulico en la zona 6 en la situación PRE-DANA. $T= 500$ años.

Mientras que en la situación posterior a la DANA se tendría:



Figura 194. Resultados del modelo hidráulico en la zona 6 en la situación POST-DANA. $T= 500$ años.

8.4.7.- Detalle de diferencias esperables en la inundación

En general, de los resultados obtenidos por la modelación hidráulica la inundación esperable en la situación posterior a la DANA, presenta una extensión inferior a la situación anterior a dicho evento en la mayor parte del territorio, aunque haya zonas puntuales en las que ocurra lo contrario. Este resultado, que podría no ser esperable a priori debido a los importantes escombros y sedimentos depositados en el lecho de los barrancos, seguramente se deba a que el cauce ha ensanchado en casi todos sus tramos.

Como la escala de trabajo anterior no permite identificar algunos de estos cambios, a continuación se muestran algunas de esas variaciones esperables en la inundación anterior y posterior a la DANA.

Detalle en la zona 1. Entorno de la depuradora y puente de la CV-403

En esta zona la situación posterior a la DANA ha empeorado el riesgo de inundabilidad en el entorno de la depuradora, aunque sin embargo, las naves industriales que están al norte de la zona urbana se anegarían menos.



Figura 195. Inundación en el entorno de la depuradora. Situación PRE-DANA. $T = 500$ años.

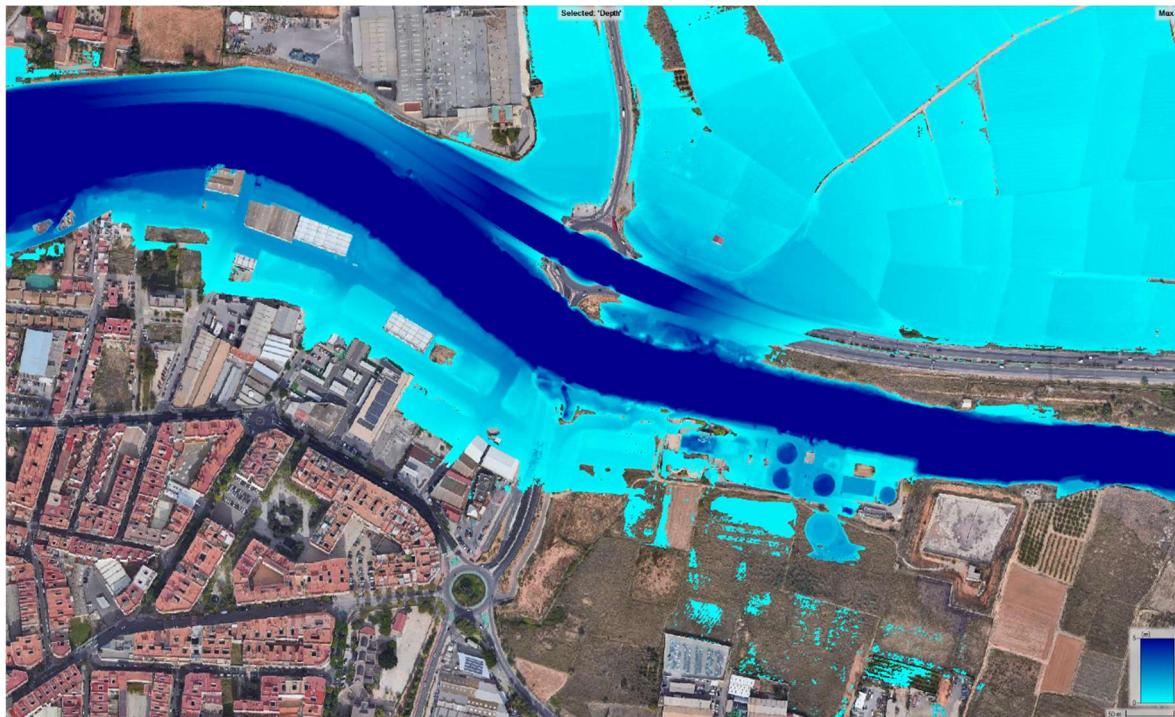


Figura 196. Inundación en el entorno de la depuradora. Situación POST-DANA. $T= 500$ años.

Estos resultados presentarían a priori una conclusión relevante; el emplazamiento en el que se sitúa la depuradora ha empeorado el nivel de peligrosidad por inundación fluvial tras el paso de la DANA, debido a los cambios geomorfológicos que ha sufrido la Rambla del Poyo. Por tanto, sus instalaciones correrán ahora un mayor riesgo que el que tenían hace un año.

Detalle en la zona 1. Zona norte del casco urbano

Al norte del casco urbano, apenas hay cambios significativos en la inundación externa, pero puede apreciarse cómo el cauce presenta mayores calados en ese tramo, indicativo de que el barranco se ha ensanchado.

En las imágenes siguientes se muestra un recorrido amplio al norte de la población. Esa mayor anchura del cauce se traduce, por ejemplo, en que los desbordamientos que se presentan por la margen izquierda presenten un menor calado para la situación posterior a la DANA.

En dicha situación post-DANA, los calados presentan mayores niveles en zonas más próximas a la población que las que se tenían en la situación previa, indicativo de se han producido fuertes erosiones por la margen derecha, que tendrán que ser corregidas.



Figura 197. Inundación al norte del casco urbano. Situación PRE-DANA. $T= 500$ años.



Figura 198. Inundación al norte del casco urbano. Situación POST-DANA. $T= 500$ años.

Detalle en la zona 2. Confluencia entre la rambla del Poyo y el Barranco de Horteta

La confluencia entre la rambla del Poyo y el Barranco de Horteta se ha ensanchado significativamente tras la DANA, por lo que la inundación esperable en el futura tendrá menores calados pero mayor amplitud, según puede apreciarse en las figuras adjuntas. En este caso se representa para el periodo de retorno de 100 años, por apreciarse mejor.



Figura 199. Inundación en la confluencia entre la Rambla del Poyo y el Barranco de Horteta. Situación PRE-DANA a la izquierda y POST-DANA a la derecha. $T= 100$ años.

Detalle en la zona 2. Entorno del cruce del Poyo con la CV-36

En este tramo se identifican variaciones significativas en los calados esperables entre la situación anterior y posterior a la DANA, como consecuencia de los sedimentos y escombros depositados en el lecho. De nuevo se representarán los resultados para el periodo de retorno de 100 años, por apreciarse mejor que el de 500.



Figura 200. Inundación en el cruce entre la Rambla del Poyo y la CV-36. Situación PRE-DANA a la izquierda y POST-DANA a la derecha. $T = 100$ años.

Detalle en la zona 3. Zona junto al polígono en la cañada del Pequé.

En el recorrido de la cañada del Peque en este entorno, el barranco se ha ampliado hacia la zona del polígono, ocasionando importantes erosiones por su margen derecha que en el futuro ocasionará una mayor amplitud en la inundación, aunque con calados menores.



Figura 201. Cañada del Pequé junto al polígono Mas del Jutge. Situación PRE-DANA, $T = 500$ años.



Figura 202. Cañada del Pequé junto al polígono Mas del Jutge. Situación POST -DANA, T= 500 años.

Detalle en la zona 3. Zona del pantano y cruce con el canal Júcar-Turia.

En este caso la situación pre DANA presentaba unos calados mayores aguas arriba del acueducto del canal Júcar-Turia, por estar éste situado a cota muy baja, obstruyendo la corriente. Tras la eliminación del acueducto los calados esperables serán obviamente menores, pero si se repone a esa misma cota tan baja, su estructura volvería a obstruir la libre circulación del flujo.



Figura 203. Detalle del Bco. de Horteta en la zona del pantano. Situación PRE-DANA. T= 500 años.



Figura 204. Detalle del Bco. de Horteta en la zona del pantano. Situación POST-DANA. $T= 500$ años.

En el entorno del pantano la situación es casi inversa, ya que los calados se incrementan en la situación post-DANA en el entorno del azud, especialmente aguas arriba del mismo. Seguramente la causa esté relacionada con los escombros depositados en el cauce.

Este incremento de calados esperable para la situación futura resulta especialmente delicado en este entorno, por la proximidad de viviendas próximas al cauce en la partida del Pantano, especialmente por su margen izquierda. Muchas de estas viviendas se vieron afectadas durante la DANA.

Detalle en la zona 4. Zona del meandro de Horteta.

En el entorno del meandro, las variaciones son muy significativas, ya que el flujo desbordado ha iniciado la socavación de una corta fluvial, que tiende a atravesarlo a través del mismo. Debido a este motivo, el flujo tiende a concentrarse por el nuevo canal abierto en el meandro, por lo que los caudales esperables son más bajos en la situación posterior a la DANA. Sin embargo, los particulares de esa zona están realizando aterramientos en el cauce y en su entorno, por lo que es previsible que esta situación cambie a corto plazo.

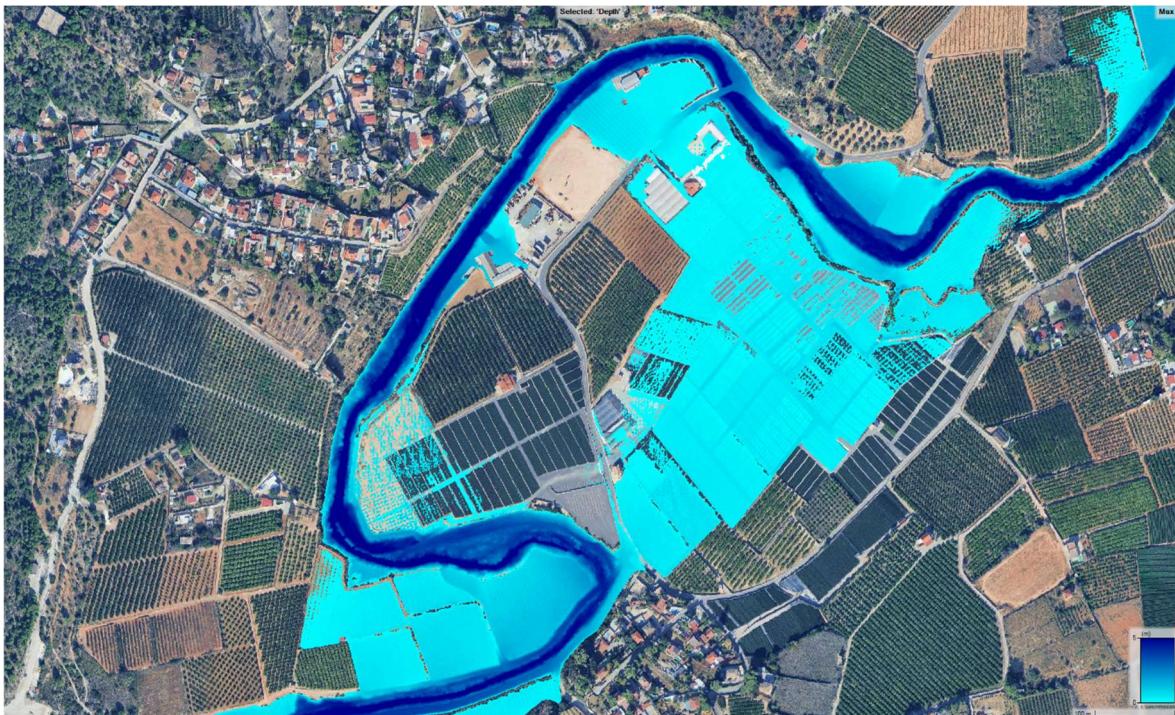


Figura 205. Detalle del Bco. de Horteta en la zona del meandro. Situación PRE-DANA. $T= 500$ años.

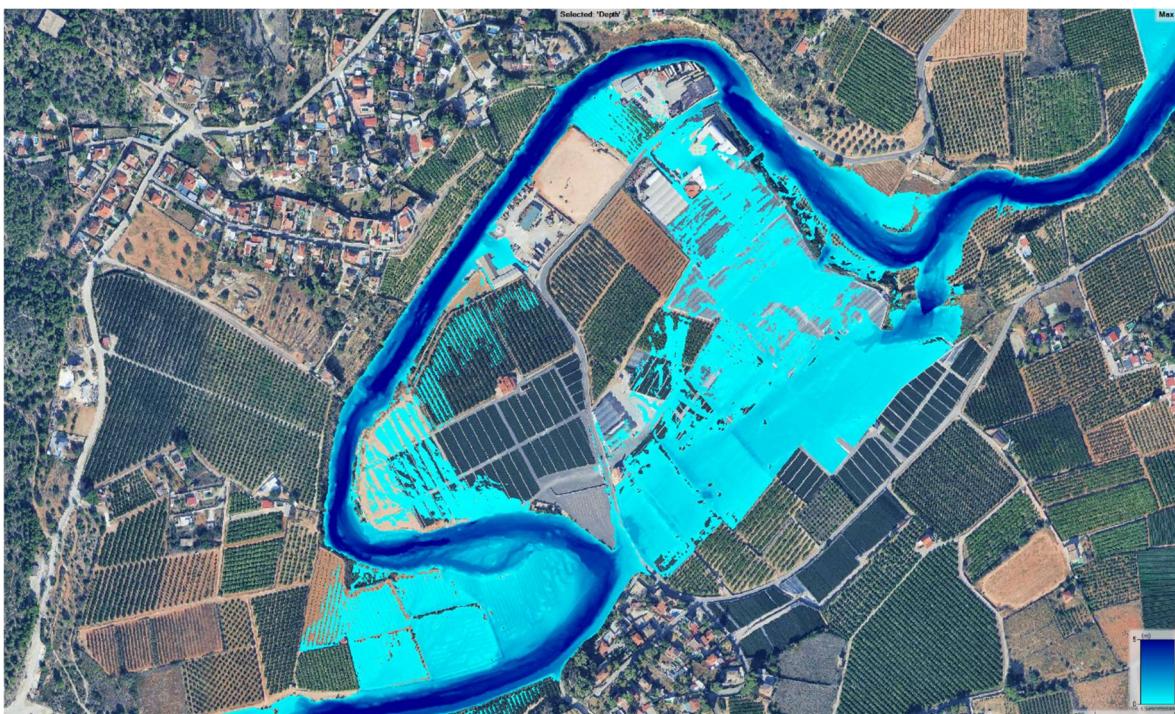


Figura 206. Detalle del Bco. de Horteta en la zona del meandro. Situación POST-DANA. $T= 500$ años.

El inicio de esta corta fluvial puede verse mejor si se analizan los resultados de los modelos para el periodo de retorno de 100 años. En ese caso, puede apreciarse que el flujo no atravesaba el meandro en la situación anterior a la DANA, pero sí está previsto que lo haga para la situación post-DANA.

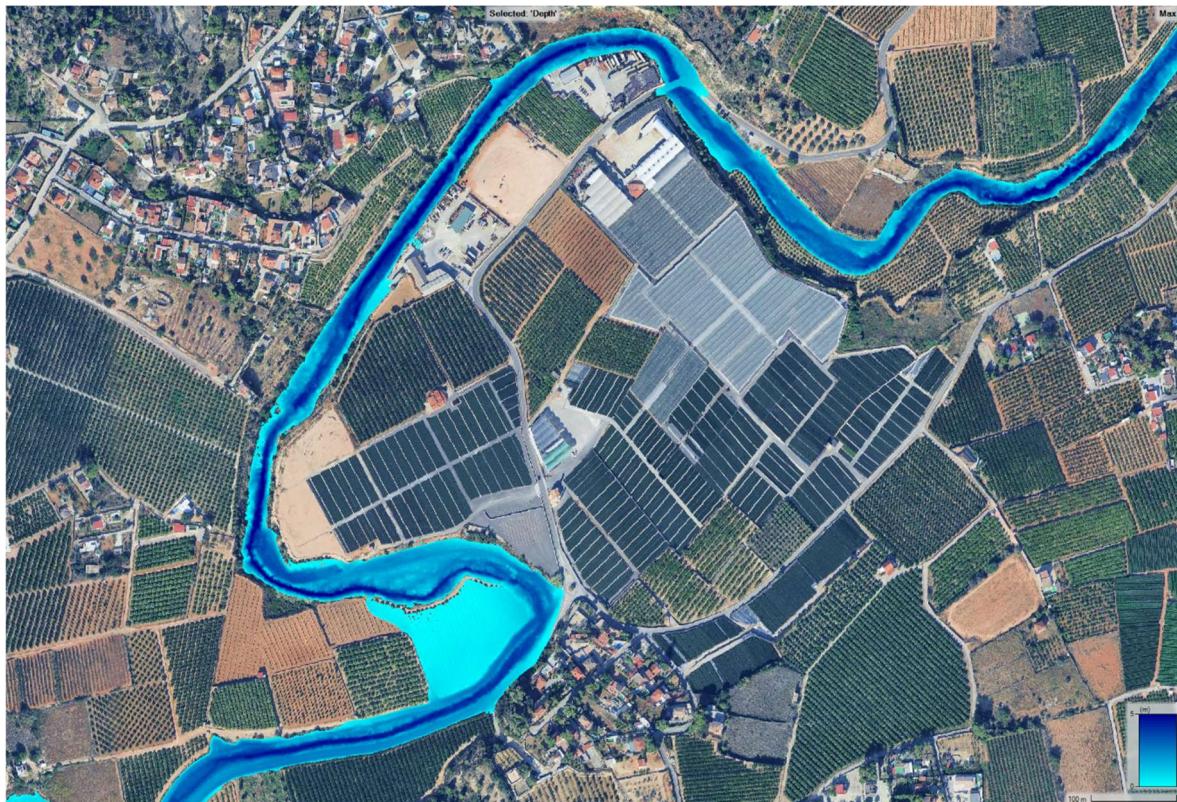


Figura 207. Detalle del Bco. de Horteta en la zona del meandro. Situación POST-DANA. T= 100 años.

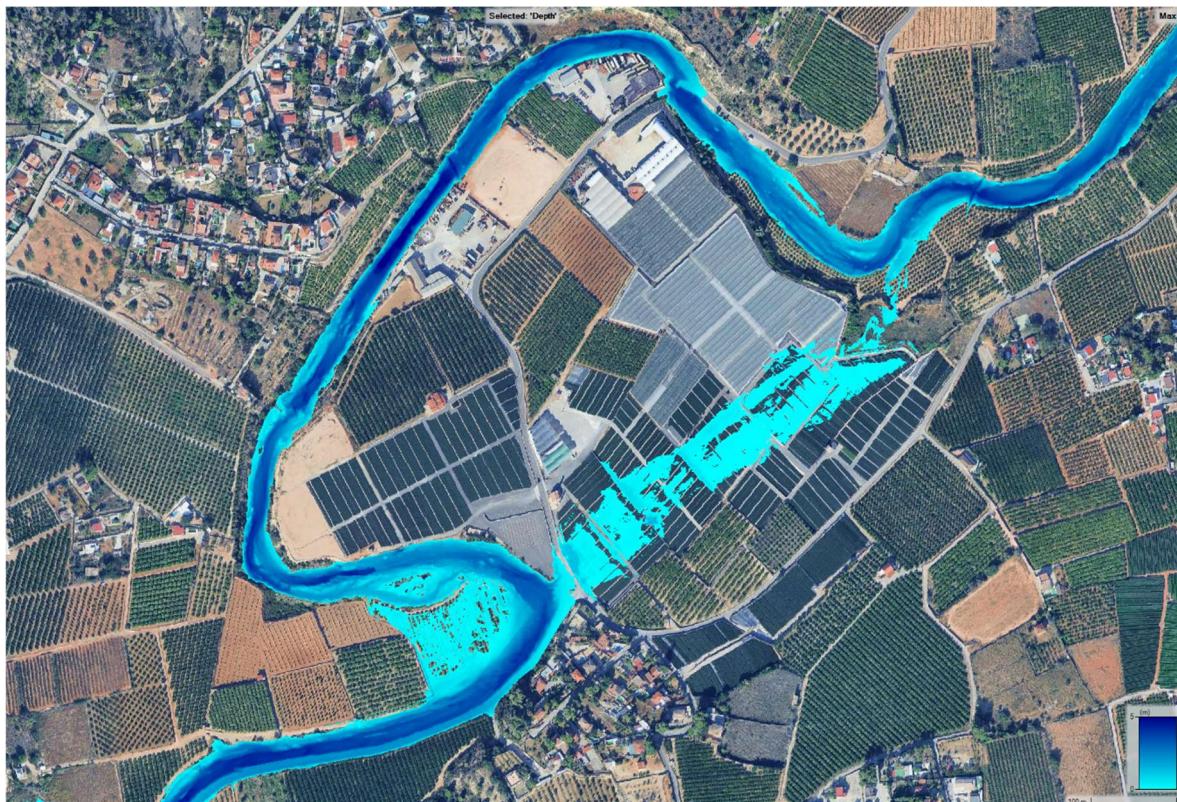


Figura 208. Detalle del Bco. de Horteta en la zona del meandro. Situación POST-DANA. T= 100 años.

Detalle en la zona 5. Zona de la cantera de Calicanto.

Tal y como se ha indicado con anterioridad, el dique de cierre de la cantera de Calicanto se derrumbó parcialmente durante la crecida, lo que permitió que un gran volumen de agua entrase en ella. Ahora mismo, la crecida con un periodo de retorno de 500 año penetraría en la cantera.

Pero como lo que se pretende en este trabajo es analizar la variación de riesgo que se haya podido generar por las modificaciones en las laderas y el lecho del cauce, no se considerará la apertura de la cantera en este análisis, para poder apreciar mejor la variación de riesgo que supone la evolución geomorfológica de los cauces tras la DANA.

Puede apreciarse que en la situación anterior a la DANA, el Barranco de Horteta presentaba una anchura mínima frente a la cantera. Esa escasez de ancho, unido a los arrastres sólidos del barranco, provocaron que se produzca un aterramiento generalizado en ese pequeño cauce de aguas bajas que presentaba Horteta, y que ahora prácticamente ha desaparecido. Como consecuencia, el flujo discurrirá ahora completamente disperso frente a la cantera, sin un cauce definido.



Figura 209. Bco. de Horteta frente a la cantera de Calicanto. Situación PRE-DANA. $T= 500$ años.

Los meandros de aguas abajo, también han visto alterado su funcionamiento hidráulico, ya que el flujo tiende ahora a discurrir a través del interior del meandro.

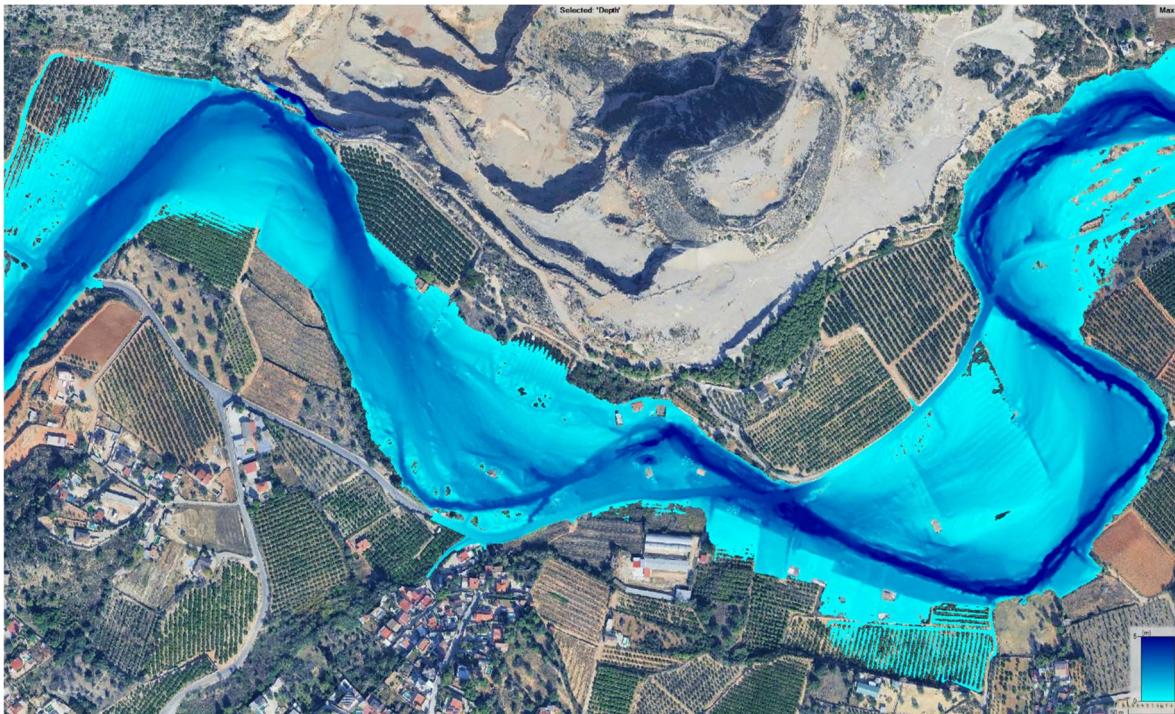


Figura 210. Bco. de Horteta frente a la cantera de Calicanto. Situación POST-DANA. $T= 500$ años.

Detalle en la zona 6. Bco. de L'Horteta aguas arriba de la presa del Mañet.

En este tramo situado aguas arriba de la cantera de Calicanto, se puede apreciar cómo el cauce ha ensanchado significativamente, al haber erosionado de forma importante las márgenes.



Figura 211. Bco. de Horteta aguas arriba del azud del Mañet. Situación PRE-DANA. $T= 500$ años..



Figura 212. Bco. de Horteta aguas arriba del azud del Mañet. Situación POST-DANA. T= 500 años..

Ese ensanchamiento del cauce ha afectado a algunas edificaciones, especialmente por la margen derecha agua debajo de este tramo. Sin embargo, en este caso las afecciones no resultan tan importantes como en los otros tramos, al tratarse de una zona menos antropizada.

8.5.- DIFERENCIAS DETECTADAS EN LA INUNDACIÓN. PERFIL LONGITUDINAL

8.5.1.- Definición de ejes

Para analizar los perfiles longitudinales de la lámina de agua durante la crecida, se han definido ocho ejes dentro de los diferentes cauces del Término Municipal de Torrent, cuyos trazados se exponen a lo largo de los apartados siguientes. Para cada uno de ellos se expondrán también los resultados obtenidos para los períodos de retorno de 25, 100 y 500 años, comparando entre la situación anterior y posterior a la DANA.

En esta comparativa se podrá apreciar igualmente los cambios en el cauce, ya que se mostrarán también los perfiles longitudinales del terreno.

Esta comparativa permitirá detectar las zonas en las que la peligrosidad por inundación pueda haber disminuido tras la DANA, y en las que pudiera haberse incrementado.

Aunque aún se podrían ampliar ciertos tramos considerando otros ejes adicionales, como por ejemplo el barranco de Horteta o el de la Bota, no se extienden más los tramos por considerarse casi irrelevantes los cambios hacia aguas arriba de dichos tramos.

Cabe indicar que el eje se delinea aproximadamente por la parte central de los barrancos. Por tanto, la interpretación que se haga sobre erosiones o depósitos en el tramo se refiere a esta zona del cauce. Eso, por ejemplo, puede dar lugar a que no se detecten los importantes depósitos de sedimentos que se han generado en la margen derecha de Horteta justo antes de su confluencia con el Poyo, porque en la parte central del lecho del barranco esos depósitos son prácticamente inexistentes. Por tanto, esto servirá para detectar cambios generales muy acusados, pero no para realizar interpretaciones locales.

8.5.2.- Eje 1. Rambla del Poyo desde aguas abajo hasta la confluencia

Este eje 1 se sitúa en el tramo de aguas abajo de la Rambla del Poyo y abarca desde el inicio del tramo aguas abajo del modelo, hasta la confluencia con el Barranco de Horteta. Su trazado se expone en la imagen adjunta.



Figura 213. Trazado en planta del eje 1, en color magenta.

Los niveles calculados en este primer eje se exponen en las figuras siguientes para cada uno de los tres periodos de retorno analizados.

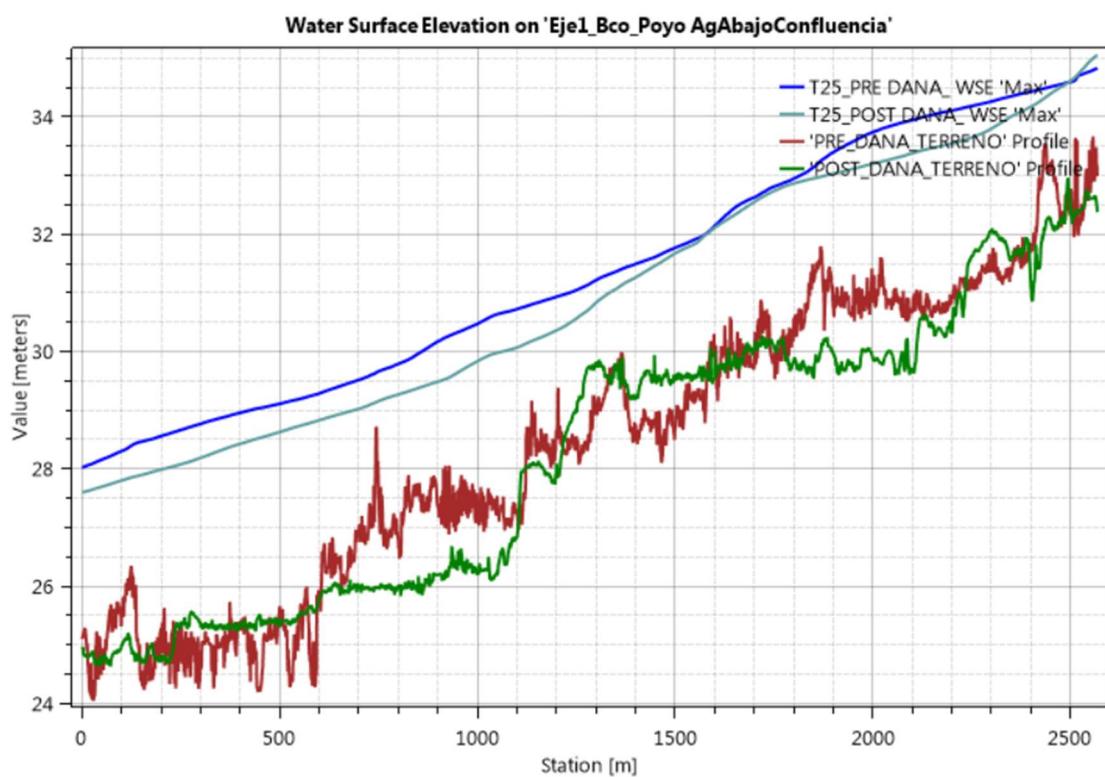


Figura 214. Perfil longitudinal del flujo anterior y posterior a la DANA para $T=25$ años en el eje 1.

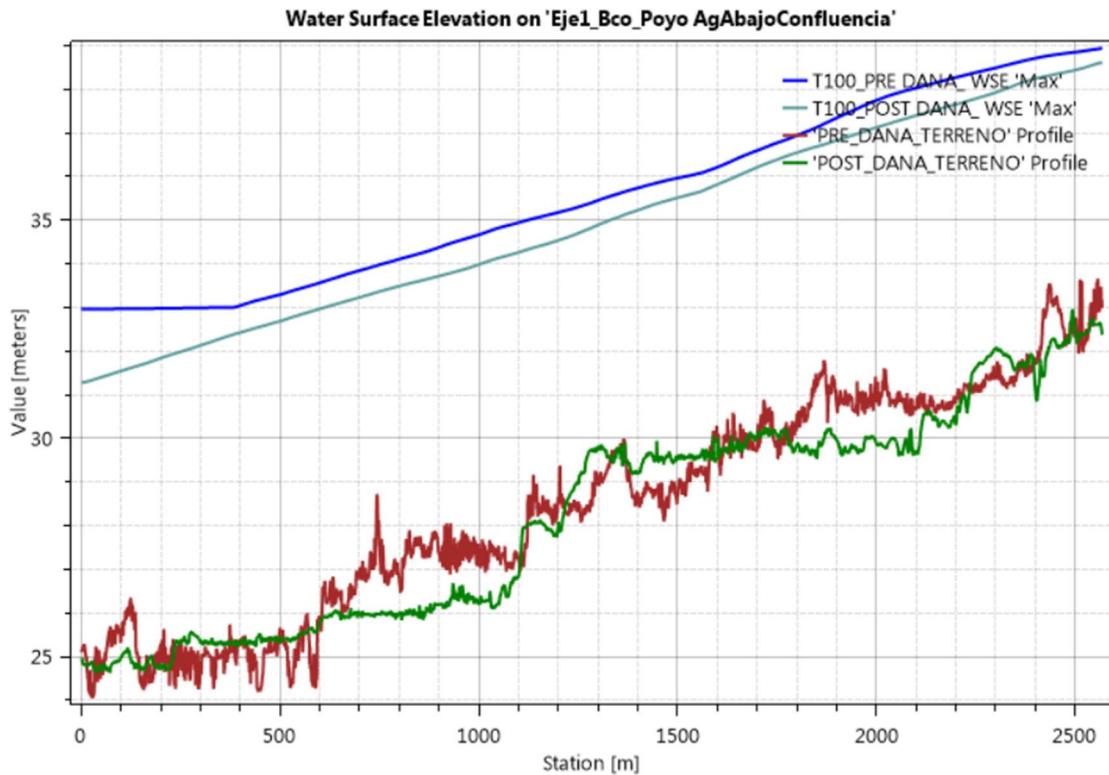


Figura 215. Perfil longitudinal del flujo anterior y posterior a la DANA para $T=100$ años en el eje 1.

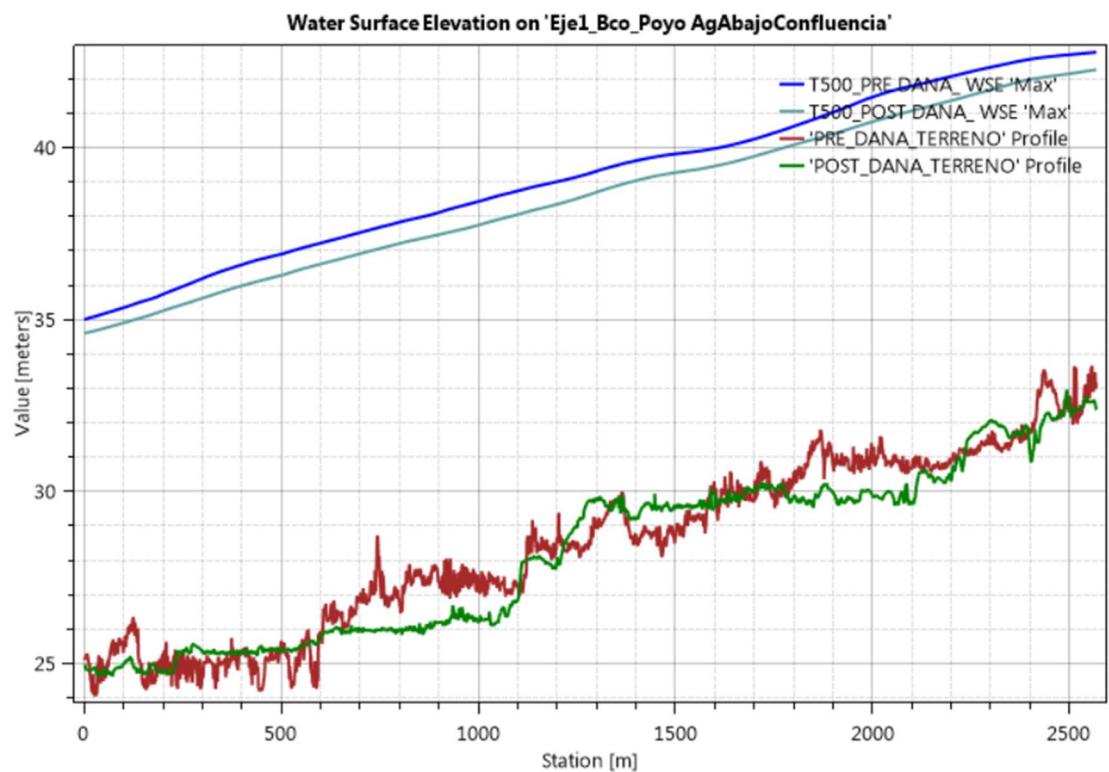


Figura 216. Perfil longitudinal del flujo anterior y posterior a la DANA para $T=500$ años en el eje 1.

De estos resultados puede apreciarse que hay dos tramos con importantes erosiones en el cauce a lo largo de este eje 1, que se identifican por estar la línea marrón por encima de la verde. También algunas zonas donde en el lecho se ha depositado material, en el que dicha secuencia se invierte, como por ejemplo la sedimentación que se presenta en la parte central del tramo y en algunas zonas de aguas arriba.

En cuanto al funcionamiento hidráulico, en general la lámina de agua para la situación posterior a la DANA queda por debajo de los niveles esperables en la situación previa a la DANA, para los tres periodos de retorno analizados. Por tanto, el beneficio en el funcionamiento hidráulico que suponen las zonas erosionadas prevalece respecto a los depósitos de material dentro del cauce.

8.5.3.- Eje 2. Rambla del Poyo desde la confluencia hacia aguas arriba

Este segundo eje se sitúa en el tramo de aguas arriba de la Rambla del Poyo y abarca desde el tramo anterior, en la confluencia con el Barranco de Horteta, hasta el final del tramo aguas arriba, superando ligeramente el límite del Término Municipal de Torrent. Su trazado se expone en la imagen adjunta.



Figura 217. Trazado en planta del eje 2, en color magenta.

Los niveles calculados en este eje nº 2 se exponen en las figuras siguientes, para cada uno de los tres períodos de retorno analizados.

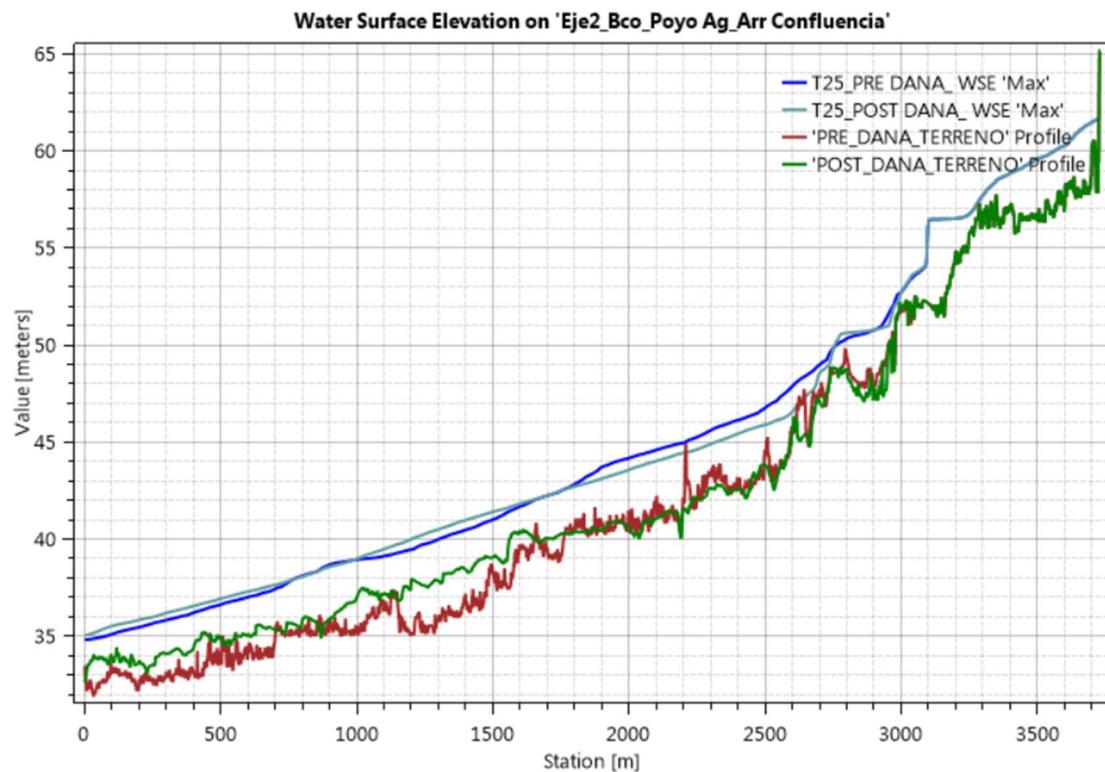


Figura 218. Perfil longitudinal del flujo anterior y posterior a la DANA para $T=25$ años en el eje 2.

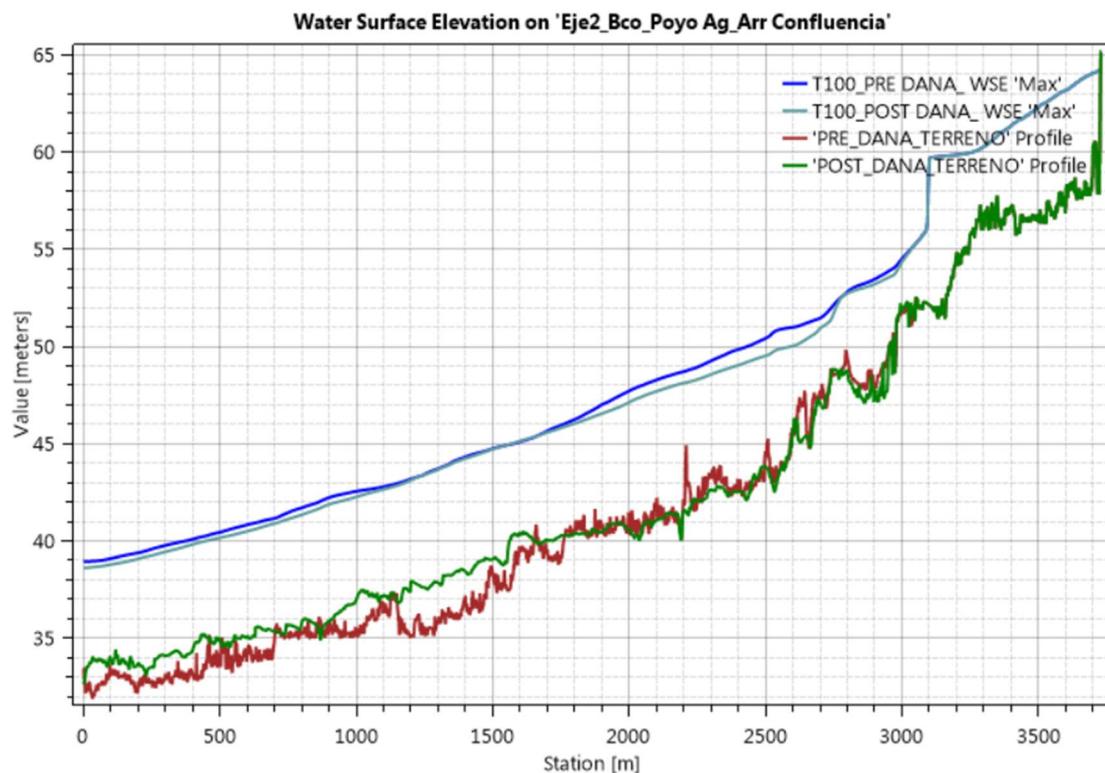


Figura 219. Perfil longitudinal del flujo anterior y posterior a la DANA para $T=100$ años en el eje 2.

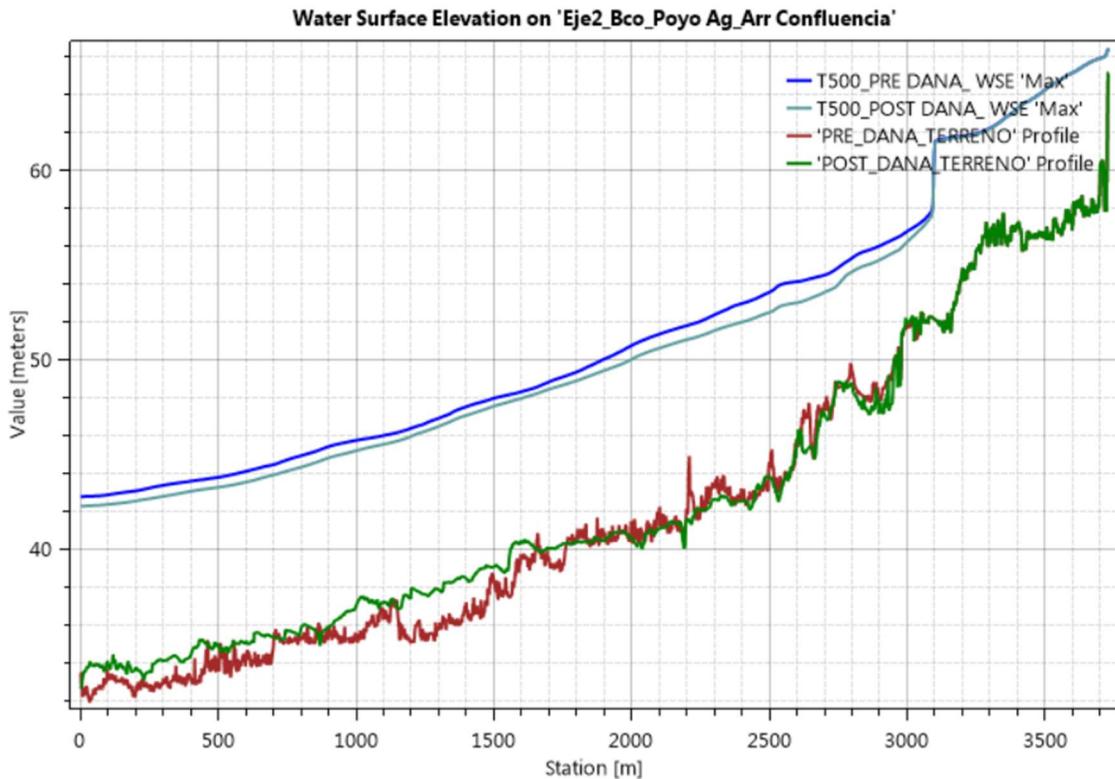


Figura 220. Perfil longitudinal del flujo anterior y posterior a la DANA para $T=500$ años en el eje 2.

De estos resultados puede apreciarse que las afecciones al lecho del cauce se pueden dividir en dos tramos claramente diferenciados.

- En la parte baja del tramo, en los 1800 m aguas arriba de la confluencia, la crecida ha depositado material en el cauce, elevando la cota del lecho.
- En la parte alta del tramo, las cotas del cauce prácticamente coinciden en la situación anterior y posterior a la DANA.

En cuanto al funcionamiento hidráulico, para el periodo de retorno de 25 años la inundación empeora ligeramente en ese tramo de unos 1800 m antes de la confluencia, debido a esos depósitos, reduciéndose ligeramente en otras zonas de aguas arriba. Para el periodo de retorno de 100 años, los cambios resultan poco relevantes entre la situación anterior y posterior a la DANA. Por último, para el periodo de retorno de 500 años se produce un descenso en los niveles de inundación de entre 40 cm y 1.5 metros, entre la situación posterior a la DANA respecto a la situación previa, ya que la erosión en las márgenes compensa los depósitos en el lecho.

8.5.4.- Eje 3. Barranco de Horteta entre la Rambla del Poyo y la Cañada del Pequé

Este eje 3 se sitúa en el tramo bajo del barranco de Horteta, desde su confluencia con la Rambla del Poyo hasta la Cañada del Pequé. Su trazado se expone en la imagen adjunta.



Figura 221. Trazado en planta del eje 3, en color magenta.

Los niveles calculados en este tercer eje se exponen en las figuras siguientes para cada uno de los tres periodos de retorno analizados.

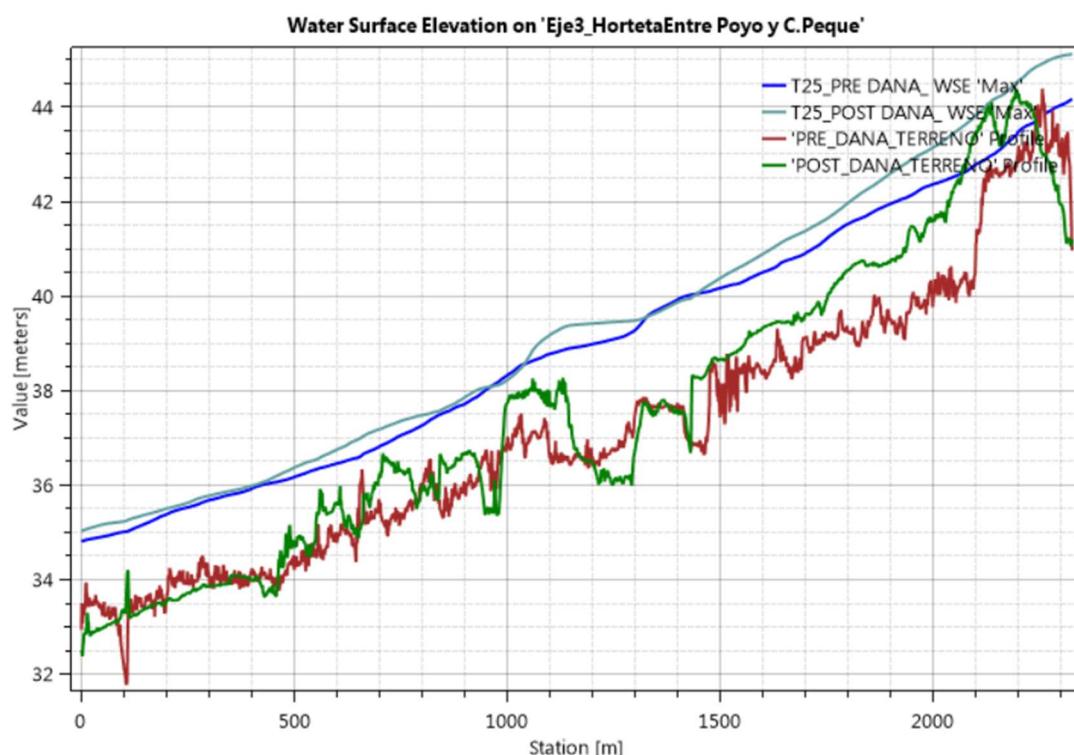


Figura 222. Perfil longitudinal del flujo anterior y posterior a la DANA para $T=25$ años en el eje 3.

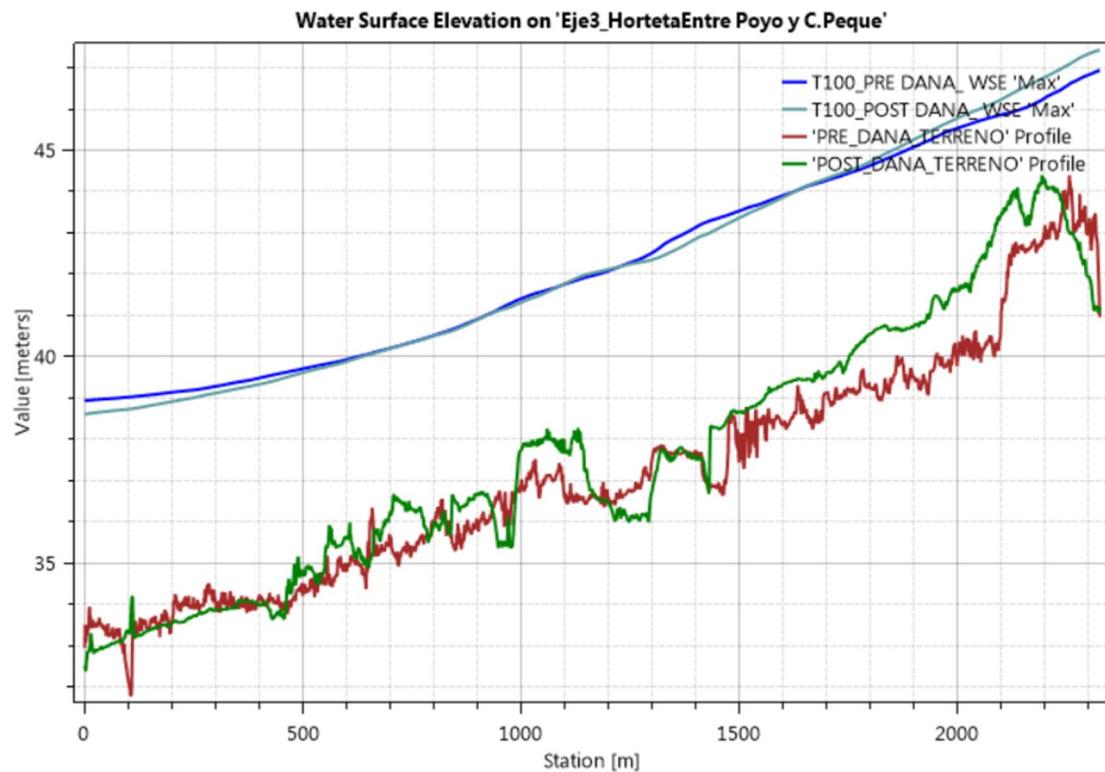


Figura 223. Perfil longitudinal del flujo anterior y posterior a la DANA para $T=100$ años en el eje 3.

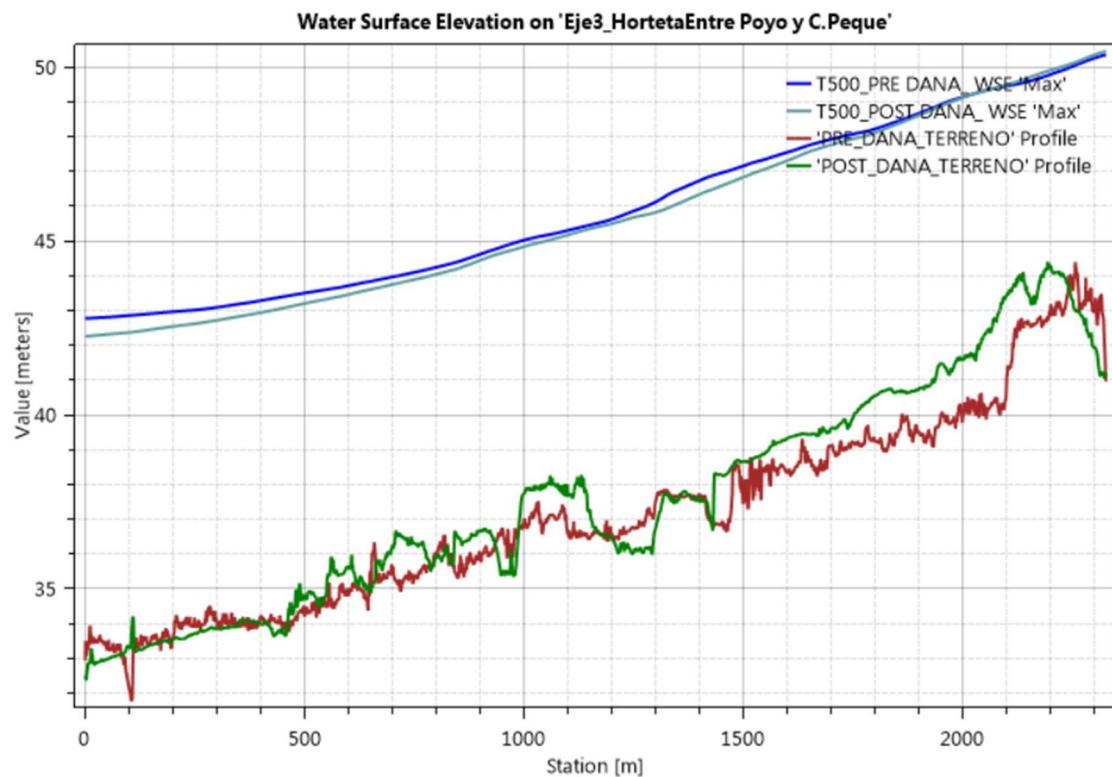


Figura 224. Perfil longitudinal del flujo anterior y posterior a la DANA para $T=500$ años en el eje 3.

En este caso, se puede apreciar un perfil longitudinal con muchos cambios. En el tramo alto se han producido depósitos de forma generalizada, con espesores de escombros que han quedado por encima de los dos metros. En la zona intermedia se identifican muchas irregularidades en el lecho, alternando zonas de socavaciones y con otras en las que se ha producido sedimentación; como consecuencia, esto ha ocasionado ciertos tramos a contrapendiente, que pueden generar una importante distorsión en el comportamiento hidráulico futuro. En la zona baja, el perfil no presenta cambios relevantes, pero sin embargo, cabe recordar que esta representación corresponde al eje del cauce, ya que en ese sector se han identificado importantes depósitos de sedimentos en la margen izquierda.

En cuanto al funcionamiento hidráulico, la presencia de esos depósitos tiene como consecuencia que la inundación empeore en todo el tramo para el periodo de retorno de 25 años, ya que los niveles del agua serán ahora más elevados que los que se tenían antes de la DANA. Sin embargo, para el periodo de retorno de 100 años, este empeoramiento desfavorable tiende a diluirse, de modo que se limita sólo a la parte alta del tramo.

Por último, para el cuantil de 500 años la inundación se reduce levemente, debido a que cuando el agua va subiendo de nivel se alcanzan zonas más elevadas de las márgenes, y pasa a ser relevante el hecho de que en muchos tramos las laderas se hayan desmoronado. Eso supondrá un incremento de la capacidad hidráulica, que apenas se tiene cuando el flujo circula por dentro del cauce con calados bajos.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que si se van restituyendo parte de esas laderas mediante protecciones, se volverá a estrechar el cauce, empeorando estos resultados. Este escenario es el más real a corto y medio plazo.

8.5.5.- Eje 4. Cañada del Pequé

Este cuarto eje recorre el tramo bajo de la Cañada del Pequé hasta su confluencia con Horteta. El tramo de aguas arriba no se considera, al no disponer esta cañada de un cauce definido. Su trazado se expone en la imagen adjunta.



Figura 225. Trazado en planta del eje 4, en color magenta.

Los niveles calculados en este cuarto eje se exponen en las figuras siguientes para cada uno de los tres periodos de retorno analizados.

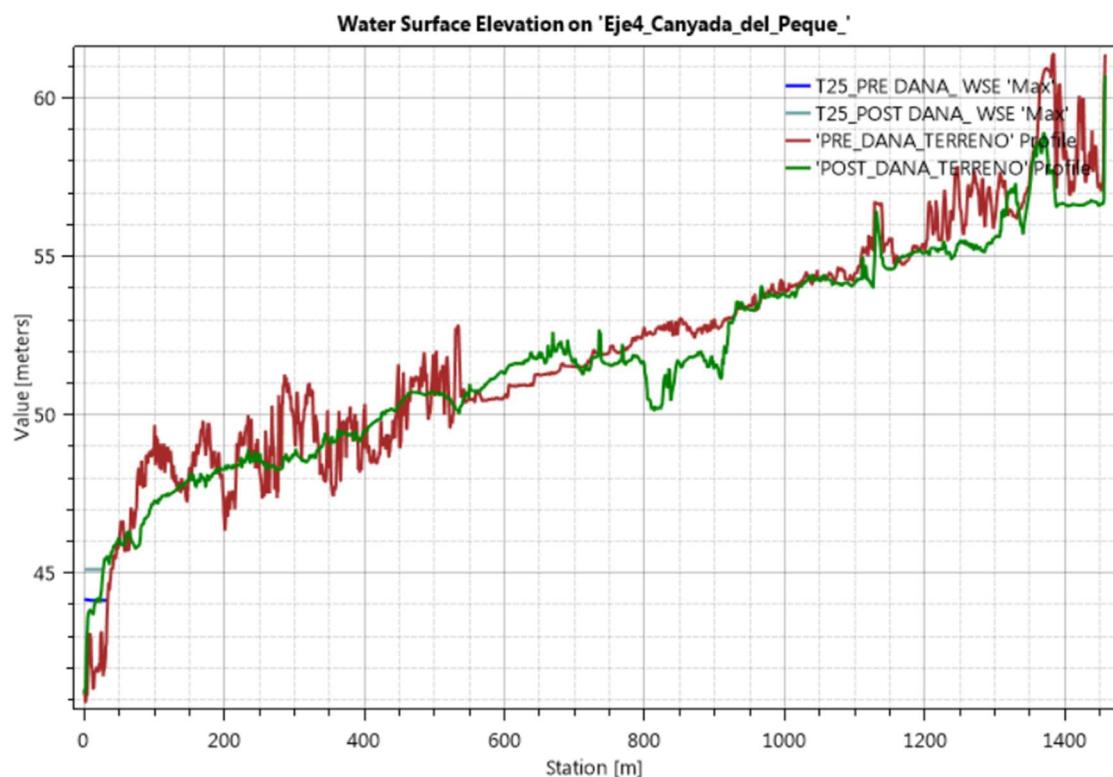


Figura 226. Perfil longitudinal del flujo anterior y posterior a la DANA para $T=25$ años en el eje 4.

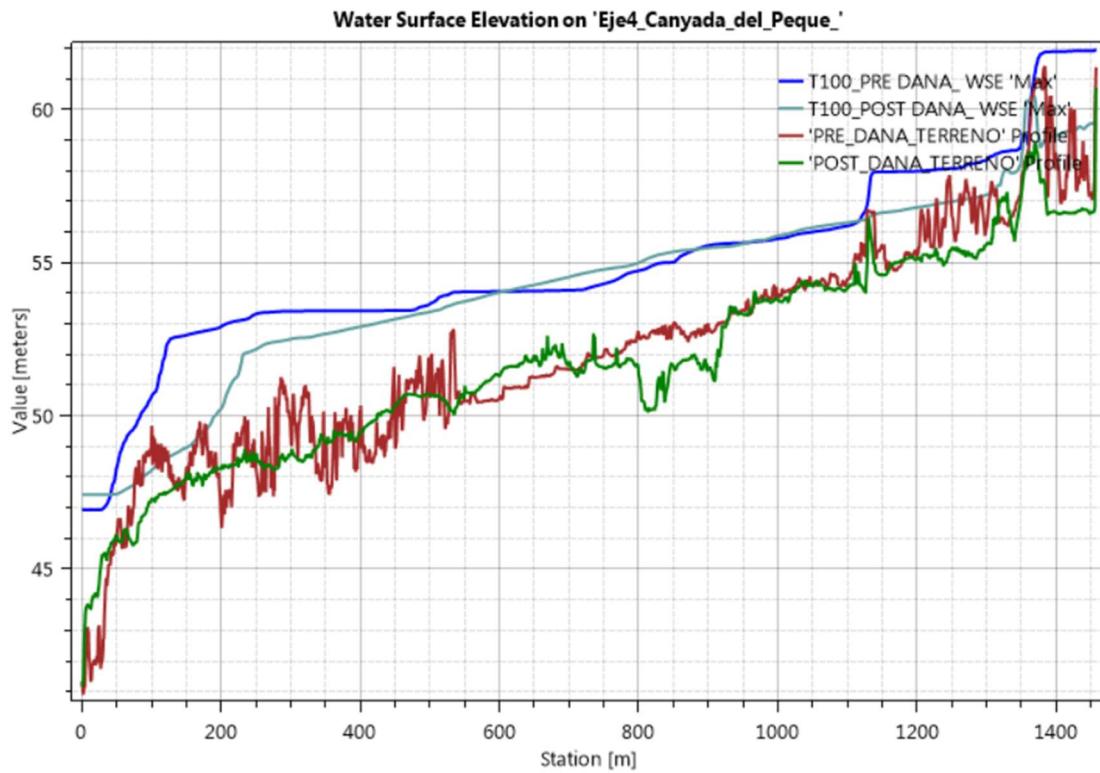


Figura 227. Perfil longitudinal del flujo anterior y posterior a la DANA para $T=100$ años en el eje 4.

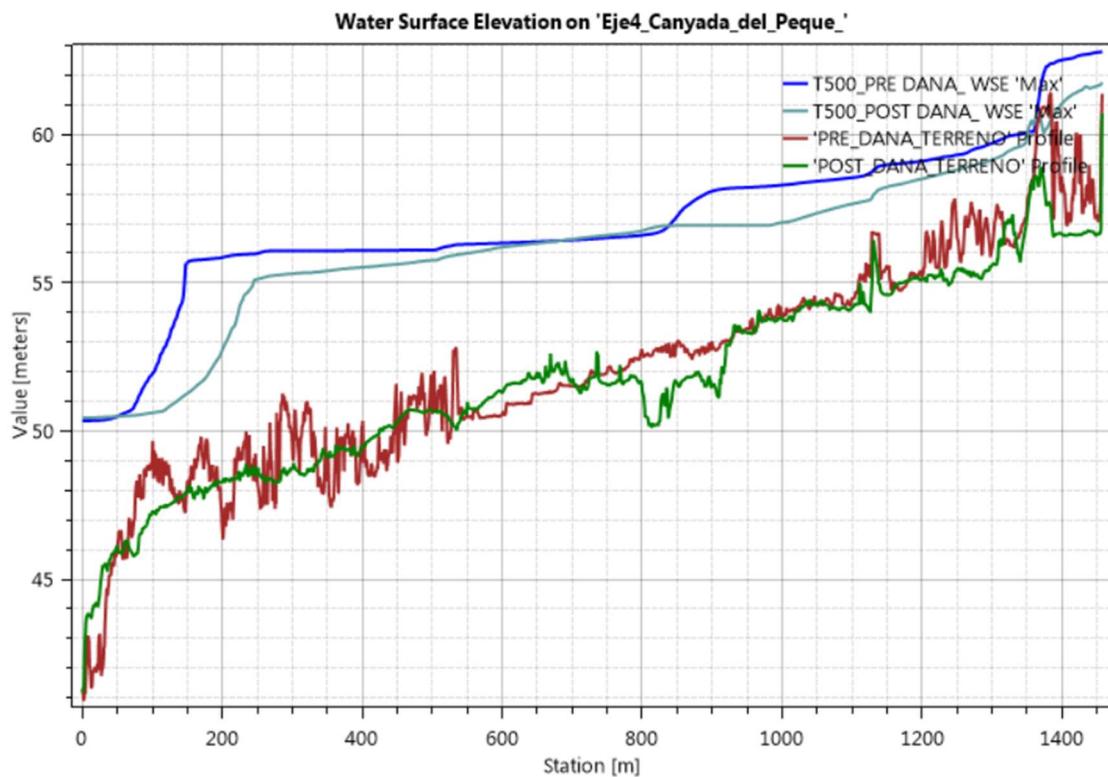


Figura 228. Perfil longitudinal del flujo anterior y posterior a la DANA para $T=500$ años en el eje 4.

Esta cañada presenta unas alteraciones importantes en su lecho, alternando zonas con erosiones y depósitos en todo el tramo de forma alterna. Destaca también el fuerte desnivel que presenta este cauce en la confluencia con el barranco de Horteta.

En cuanto al funcionamiento hidráulico, los niveles de inundación disminuyen de forma generalizada en el tramo a pesar del volumen de material depositado. Esto se debe a las importantes erosiones que se han producido en ambas márgenes, que han ensanchado significativamente el cauce. Si se ejecutan obras de protección en las márgenes, seguramente tenderá a revertirse esta mejora.

Para el periodo de retorno de 25 años no se identifica el paso de caudal por el cauce, ya que no se llega a producir una inundación generalizada del Pla de Quart, por lo que no se activa la embocadura de esta cañada.

8.5.6.- Eje 5. Barranco de Horteta entre la Cañada del Pequé y la AP-7

Este eje 5 recorre el Barranco de Horteta hacia el oeste del polígono Mas del Jutge, desde la confluencia con la Cañada del Pequé hasta la autovía AP-7, atravesando también el entorno de la urbanización del Pantano. Su trazado es el siguiente:

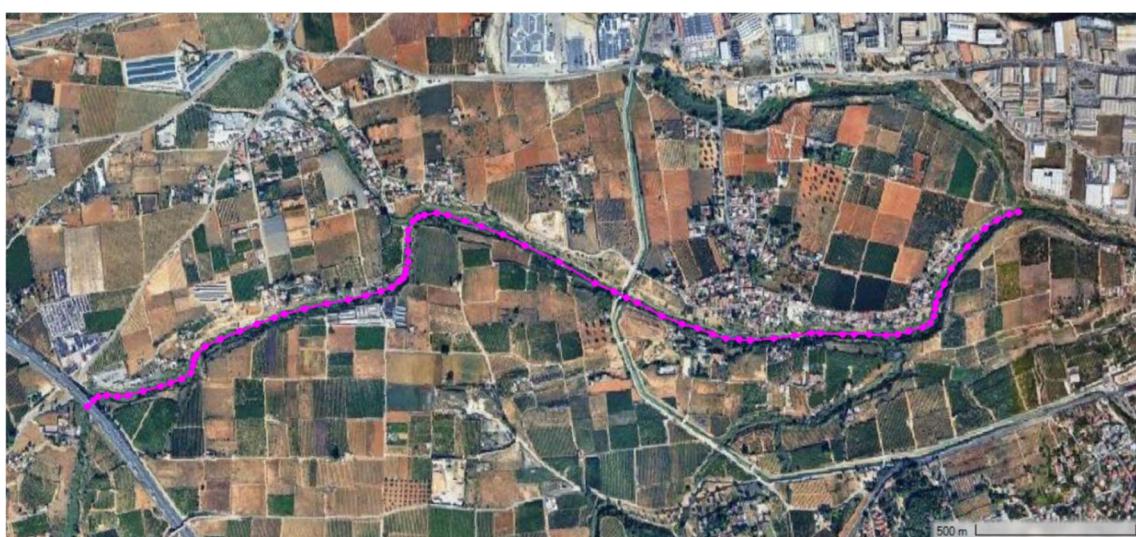


Figura 229. Trazado en planta del eje 5, en color magenta.

De nuevo, los niveles calculados en este eje se exponen en las figuras siguientes para cada uno de los tres periodos de retorno analizados.

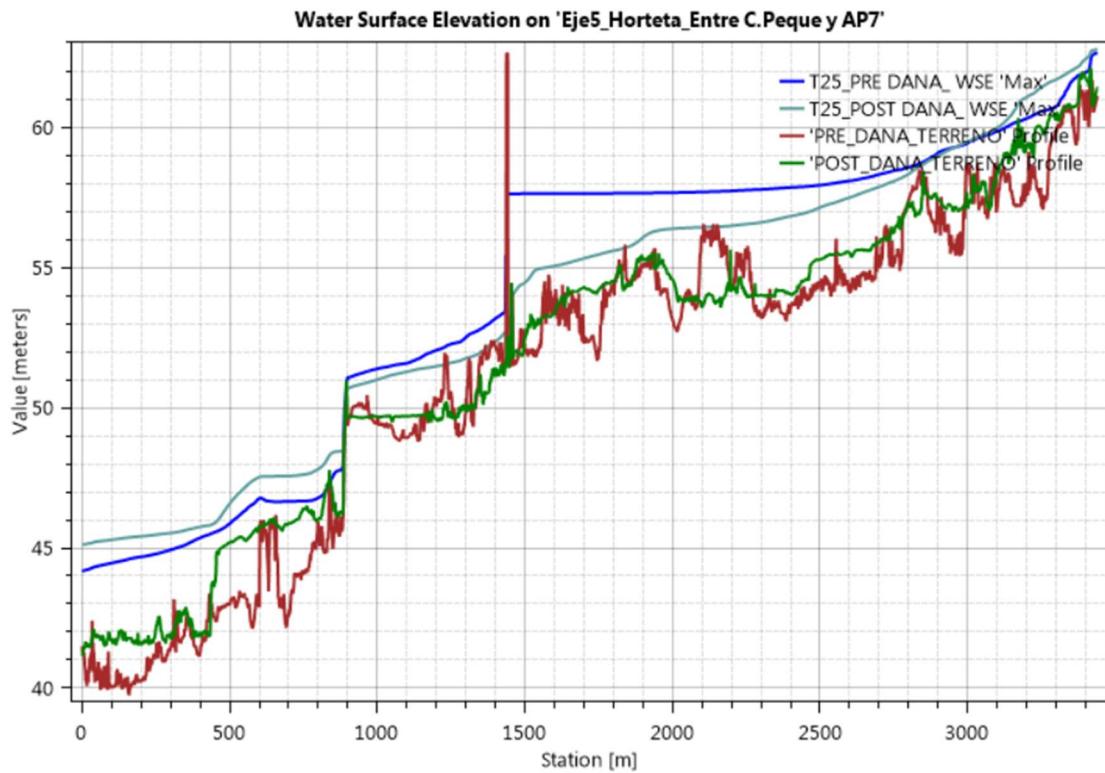


Figura 230. Perfil longitudinal del flujo anterior y posterior a la DANA para $T=25$ años en el eje 5.

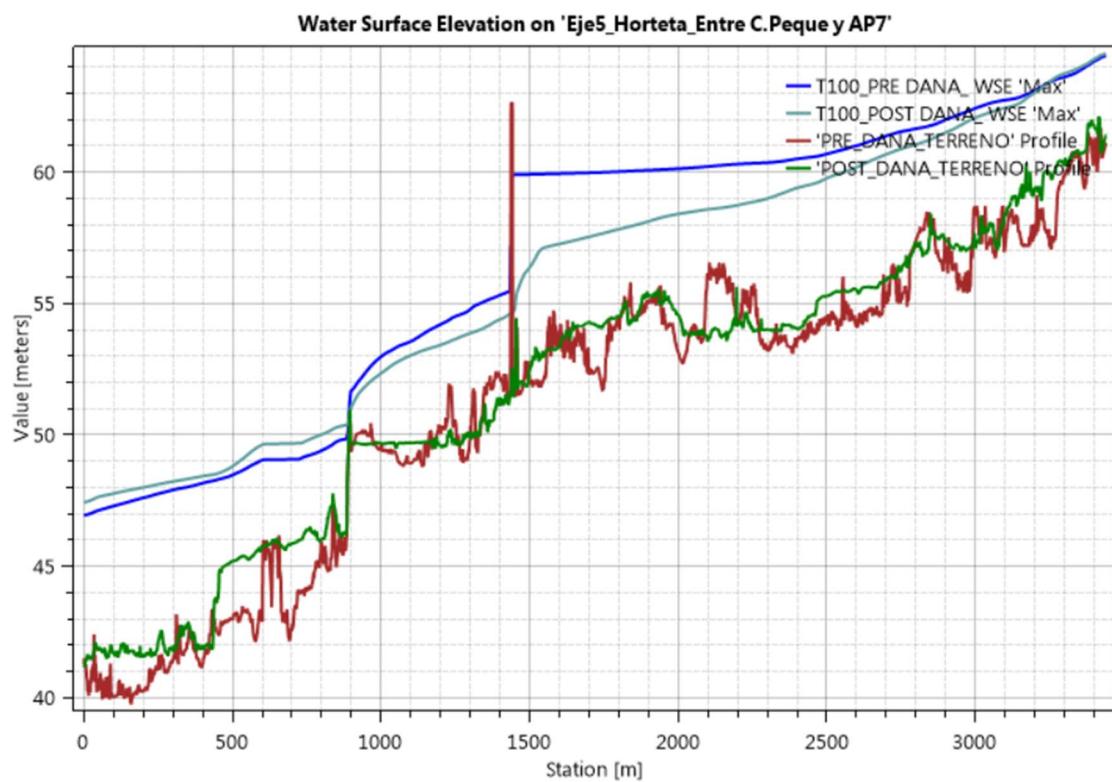


Figura 231. Perfil longitudinal del flujo anterior y posterior a la DANA para $T=100$ años en el eje 5.

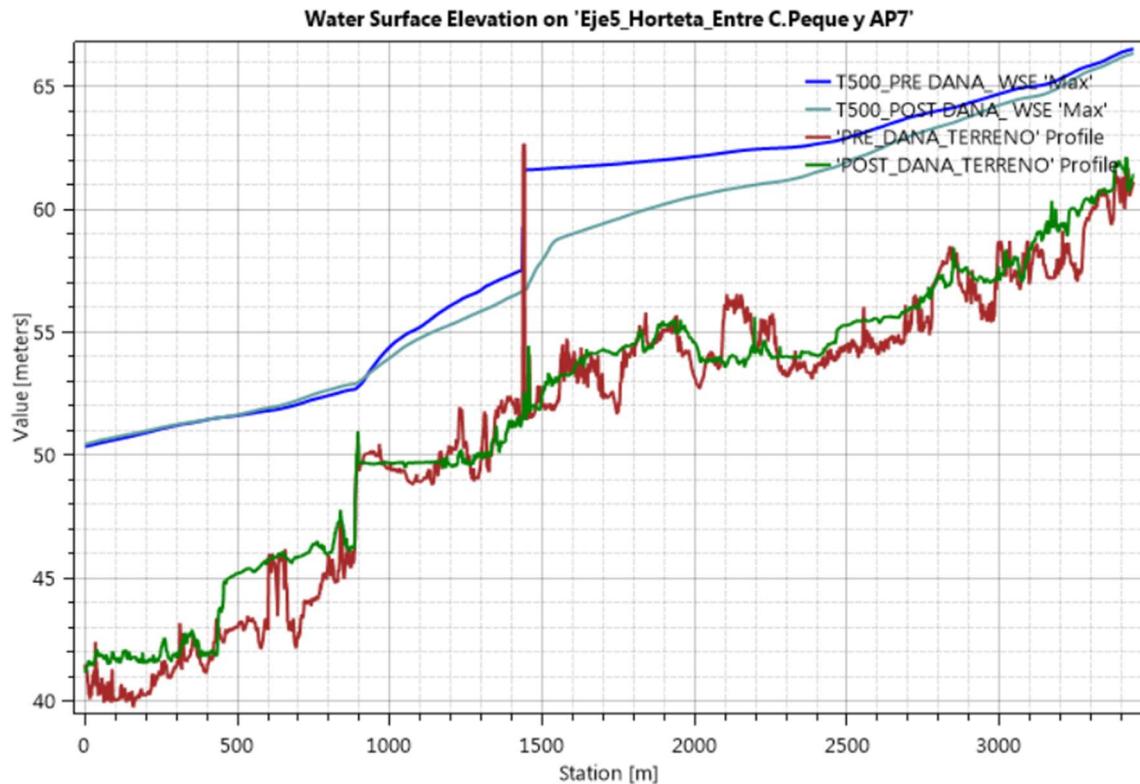


Figura 232. Perfil longitudinal del flujo anterior y posterior a la DANA para $T=500$ años en el eje 5.

En el perfil del cauce se aprecian multitud de erosiones y depósitos de forma alterna, que proporcionan un perfil longitudinal del lecho muy irregular. De las figuras anteriores destaca el desnivel que existe en el modelo anterior a la DANA, en torno a la “station” situada a 1500 m de aguas abajo, y que se debe al acueducto del canal Júcar-Turia. Como ese canal ha sido destruido por la crecida, no aparece en la situación posterior a la DANA.

El funcionamiento hidráulico en este quinto eje, muestra una mejora en los calados de inundación posterior a la DANA para la zona media y alta, condicionada por la desaparición del obstáculo que suponía el acueducto del canal Júcar-Turia. Este puente seguramente incumplía la Ley de Aguas, al quedar su tablero por debajo de la crecida con periodo de retorno de 100 años, por lo que se debería proceder a su elevación respecto a su diseño anterior.

Sin embargo, si dicho acueducto se reconstruye con una estructura similar a la que tenía, se volverá a ocasionar una importante obstrucción en el cauce. No se puede concretar más al respecto, ya que se desconoce la geometría del nuevo acueducto, y por tanto, la nueva obstrucción que generará en el barranco. Lo que sí se puede constatar, por testimonios de vecinos que presenciaron la riada en este tramo, que al estar tan bajo el canal Júcar-Turia en su cruce con el Barranco de L’Horteta, éste

ocasionó una importante obstrucción de material aguas arriba del mismo, en el que incluso se ha identificado un camión. Dicha obstrucción ocasionó una rotura brusca del canal, generando a su vez una ola que produjo la destrucción de varias viviendas en la parte de la Venteta. Así pues, existe una causalidad directa entre el mal diseño del cruce del canal Júcar-Turia con el barranco, y los daños ocasionados en viviendas de la zona.

En la zona baja del tramo, la inundación empeora para los períodos de retorno de 25 y 100 años, quedando los niveles muy similares para el cuantil asociado a 500 años. Eso se debe al gran volumen de material depositado en el cauce en ese tramo bajo, con espesores de sedimentos de entre 2 y 3 metros.

8.5.7.- Eje 6. Vaguada en la partida de la Venteta

Este eje 6 recorre el barranco de Soterraña, en el entorno de la partida de la Venteta. Este reguero confluye aguas abajo en el Barranco de Horteta y presenta una sección hidráulica que se reduce drásticamente hacia aguas arriba. Su trazado en planta es el siguiente:



Figura 233. Trazado en planta del eje 6, en color magenta.

Los niveles de agua calculados en este eje se exponen en las figuras adjuntas para cada uno de los tres períodos de retorno analizados.

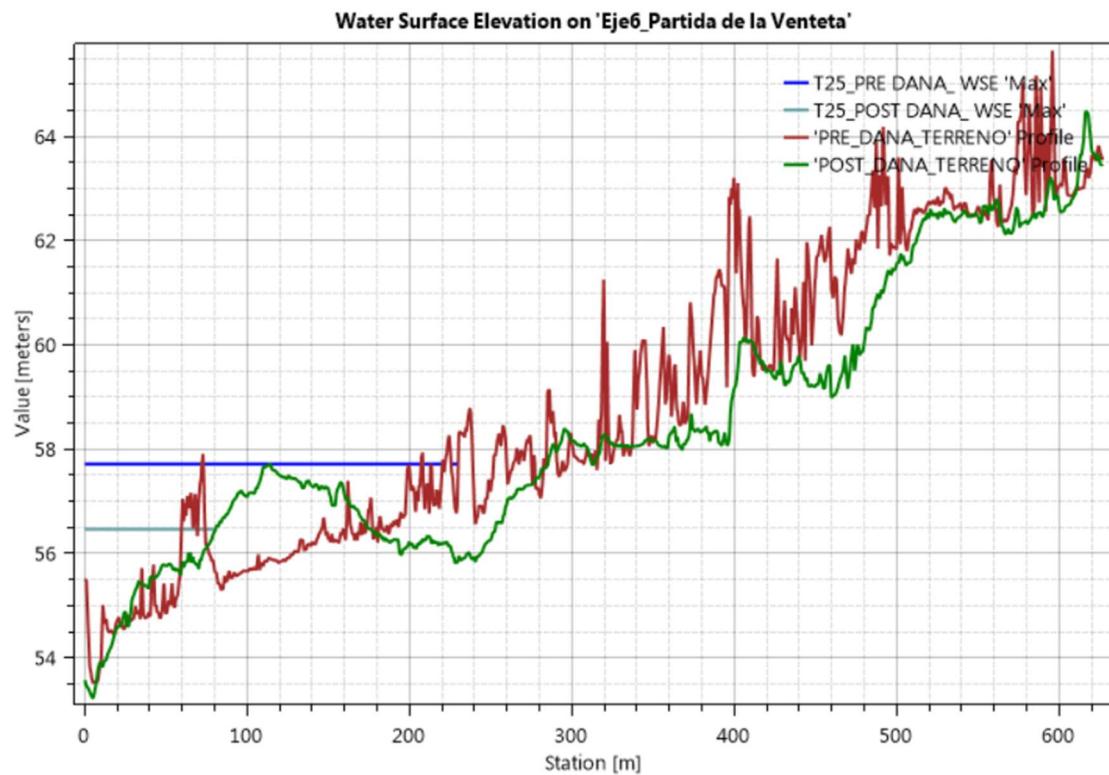


Figura 234. Perfil longitudinal del flujo anterior y posterior a la DANA para $T=25$ años en el eje 6.

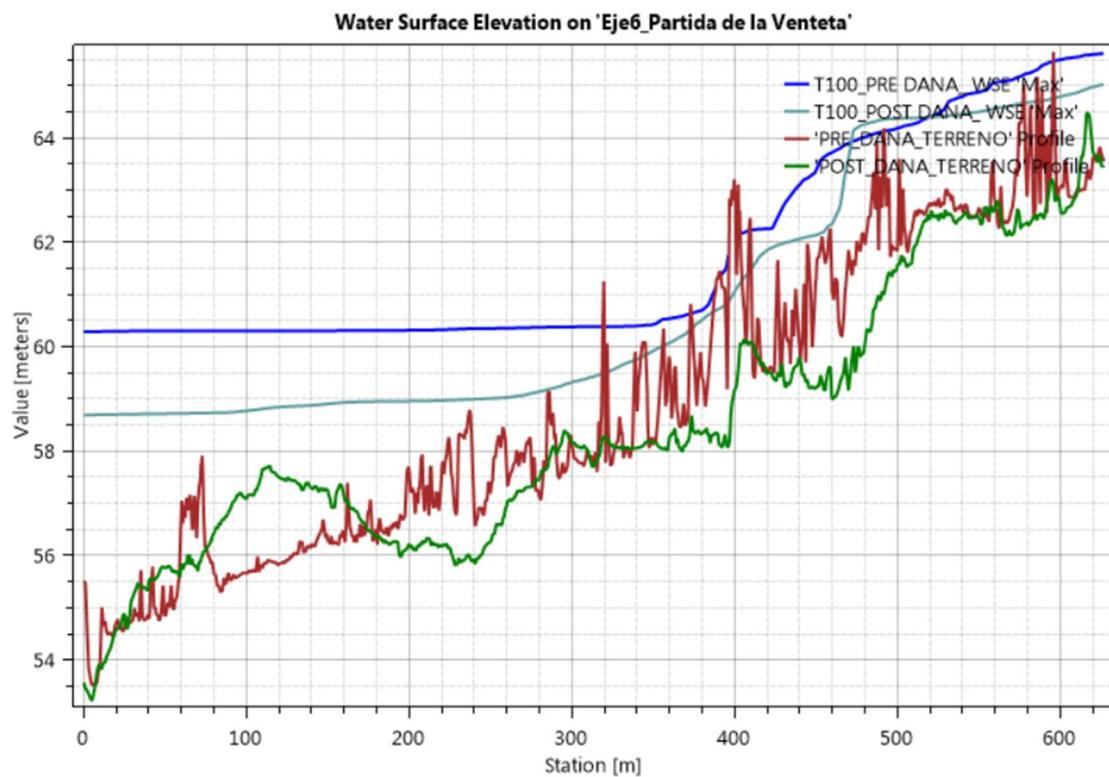


Figura 235. Perfil longitudinal del flujo anterior y posterior a la DANA para $T=100$ años en el eje 6.

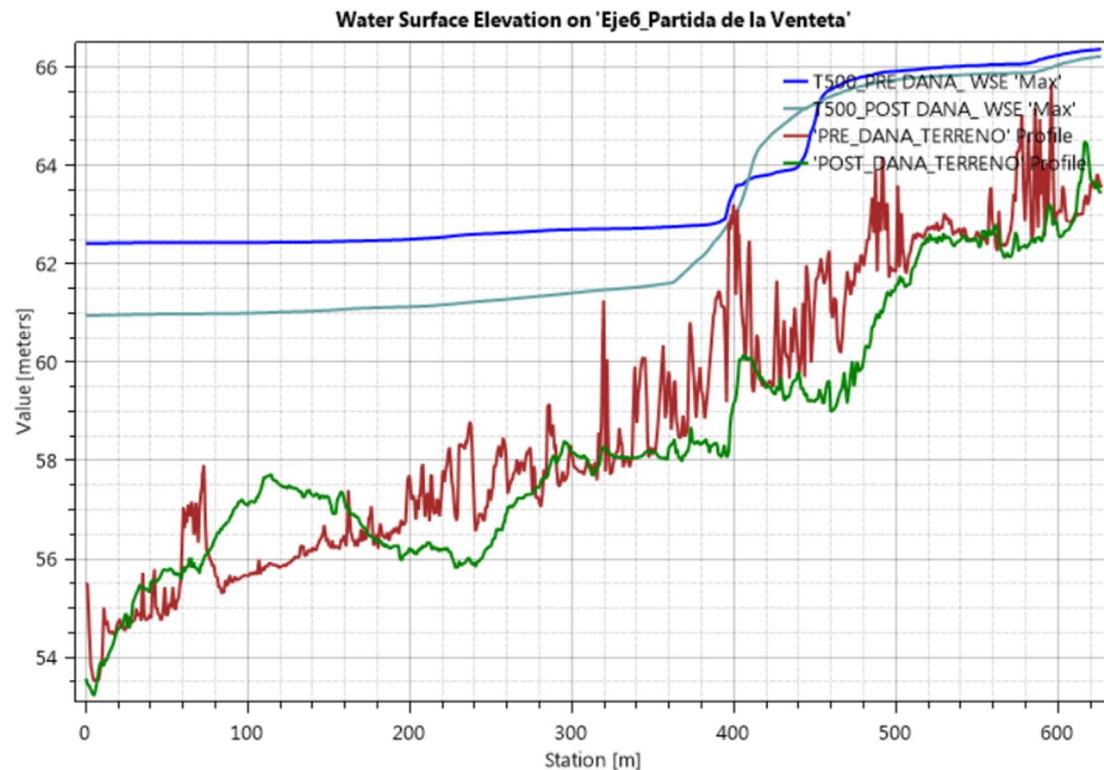


Figura 236. Perfil longitudinal del flujo anterior y posterior a la DANA para $T=500$ años en el eje 6.

En el lecho de esta vaguada se identifica erosión generalizada durante prácticamente todo su recorrido, excepto en los últimos 180 metros, en donde pueden apreciarse depósitos de casi dos metros de espesor en algunos puntos.

En cuanto a su comportamiento hidráulico, se aprecia que la energía que lleva el flujo está completamente condicionada por la condición de contorno de la desembocadura, que depende del nivel del agua en la confluencia. Se identifica también una sección hidráulica crítica en el vertido del flujo hacia el Barranco de Horteta.

En general, el nivel del agua para la situación anterior a la DANA queda por encima del nivel esperable en la situación actual. Eso está relacionado no sólo con la erosión en el lecho, sino también con la apertura de sección del cauce por las socavaciones en las márgenes, y por la destrucción de parte de la zona urbanizada. El aumento de capacidad del Barranco de Horteta en el entorno de la confluencia con esta vaguada también resulta decisivo, ya que como se puede ver en el perfil longitudinal, esa condición de contorno en la desembocadura influye de forma decisiva en el funcionamiento hidráulico de este tramo.

En cualquier caso, algunas de las laderas derruidas en el recorrido final de este tramo 6 seguramente serán restauradas, y parte de la urbanización restituida cuando se recuperen las parcelas de los particulares. Por tanto, las obras de reparación en este tramo podrían volver a estrechar la vaguada, lo que supondrá que el aumento de la capacidad hidráulica detectado en las imágenes anteriores no será definitiva.

De los perfiles anteriores también se aprecia que para el periodo de retorno de 25 años esta vaguada no llega a activarse, ya que los modelos no identifican una circulación de flujo relevante desde el Pla de Quart para ese periodo de retorno más bajo. En cualquier caso, existe una pequeña canalización que desciende desde la Sierra Perenxiza y que conecta con este tramo, por lo que sí se produciría una cierta circulación de caudal que no ha sido contemplada en estos resultados.

8.5.8.- Eje 7. Barranco de Horteta desde AP7 hasta la cantera

Este eje 7 se desarrolla en el Barranco de Horteta, y abarca desde su cruce con la autovía AP7 (by pass) hasta el meandro existente frente a la cantera de Calicanto. Su trazado en planta es el siguiente:

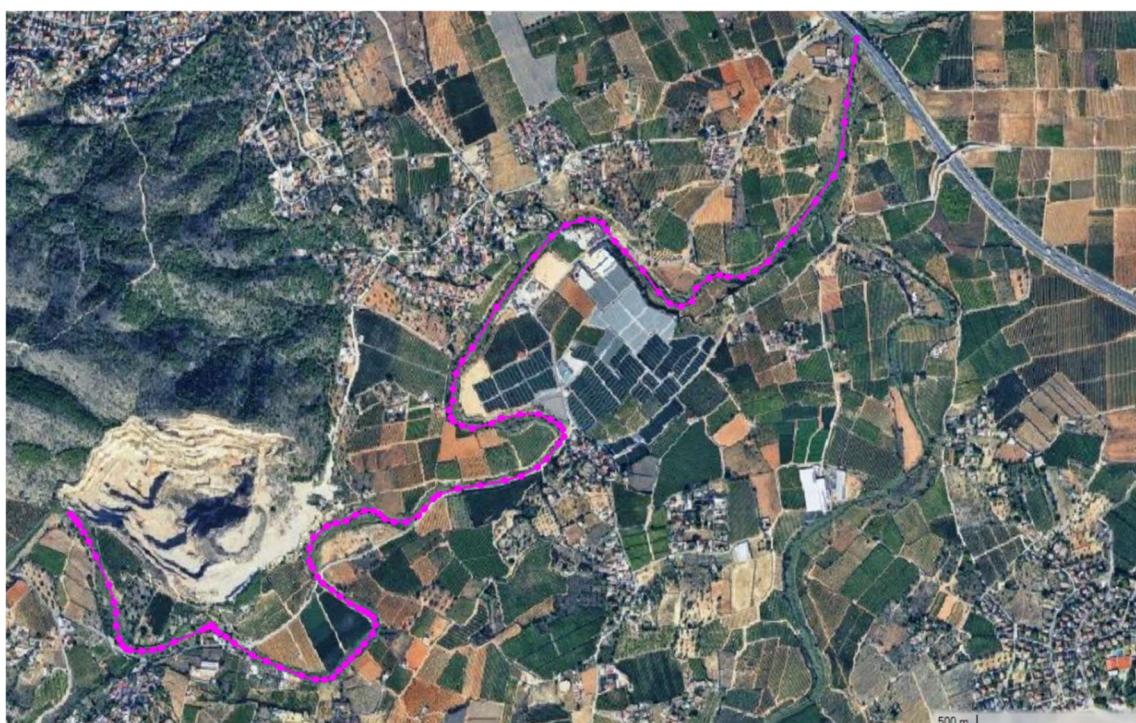


Figura 237. Trazado en planta del eje 7, en color magenta.

Los niveles de agua calculados en este eje se exponen en las figuras adjuntas para cada uno de los tres periodos de retorno analizados.

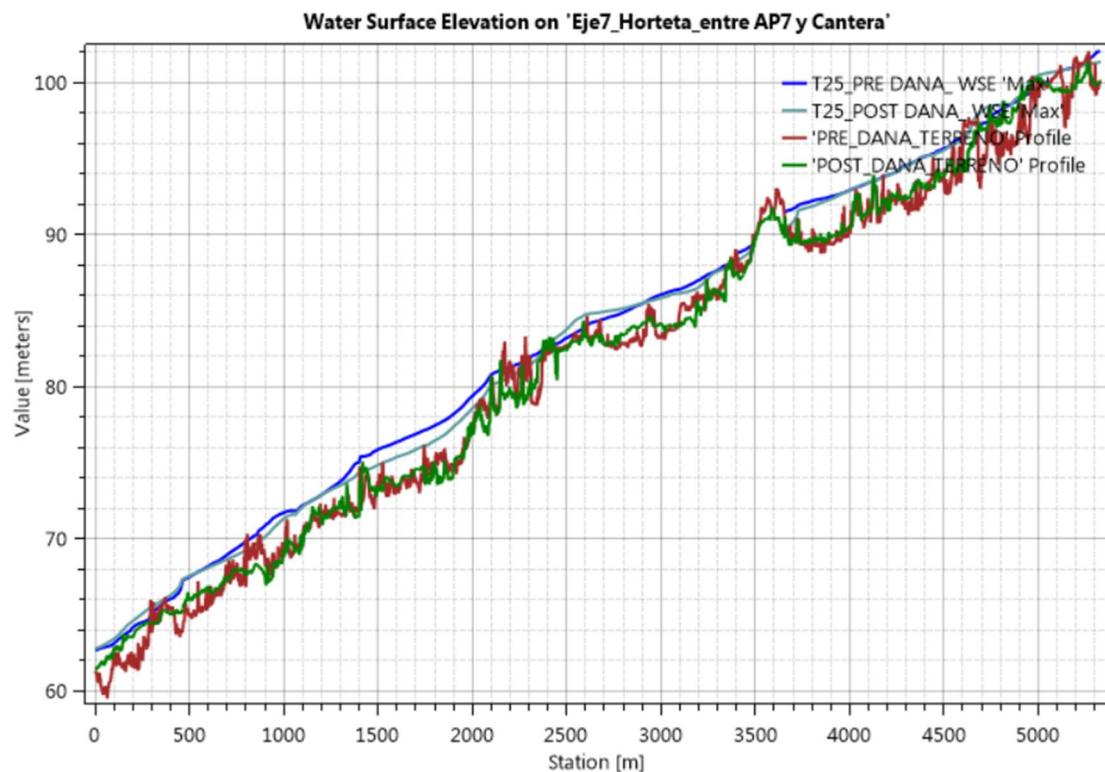


Figura 238. Perfil longitudinal del flujo anterior y posterior a la DANA para $T=25$ años en el eje 7.

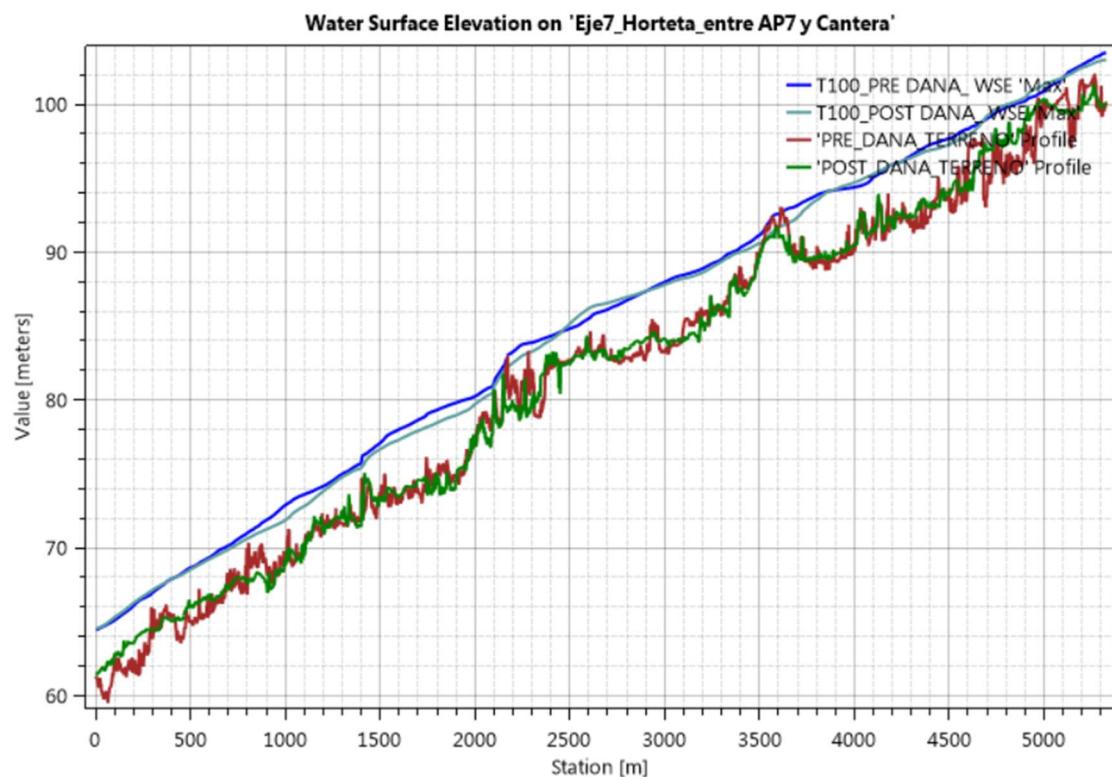


Figura 239. Perfil longitudinal del flujo anterior y posterior a la DANA para $T=100$ años en el eje 7.

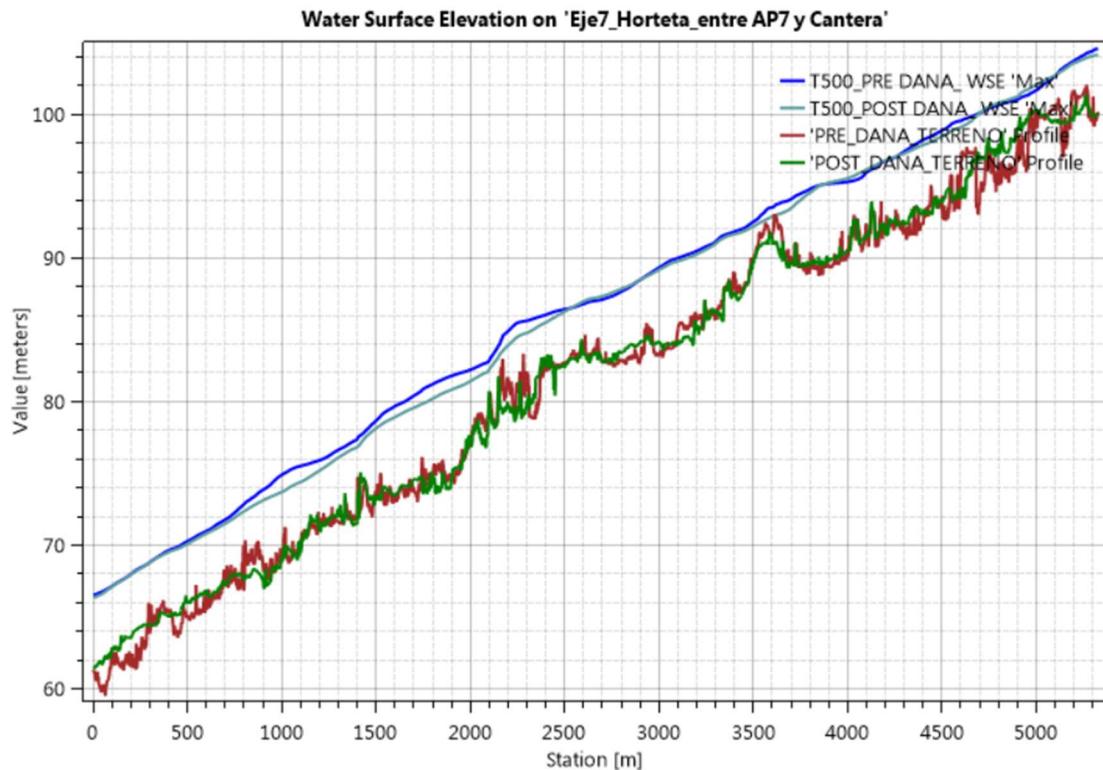


Figura 240. Perfil longitudinal del flujo anterior y posterior a la DANA para $T=500$ años en el eje 7.

Se trata de un tramo en el que se alternan erosiones y depósitos, aunque en ninguna zona destacan por su magnitud. Analizando el perfil anterior se identifican socavaciones del lecho en la Station (eje horizontal) de 4700 m, 3600 m, 2300 m y 900 m, y depósitos en el entorno de los 4900 m, 2800 m y en los últimos 300 m de aguas abajo.

En general, la lámina libre de la situación post DANA queda por debajo de la inundación que se tenía anteriormente, o en todo caso, queda muy similar. La única excepción se detecta entre los 2400 y 2800 m, en los que la futura inundación empeorará tras la DANA para los períodos de retorno de 25 y 500 años, igualándose para el de 500 años.

Vistos los resultados obtenidos, se puede decir que los cambios detectados en la previsión de inundación en este tramo resultan poco relevantes.

8.5.9.- Eje 8. Barranco de Horteta aguas arriba de la cantera

Este eje 8 se desarrolla en el cauce de Horteta, desde el meandro existente frente a la cantera de Calicanto, hacia aguas arriba. Su trazado en planta es el siguiente:

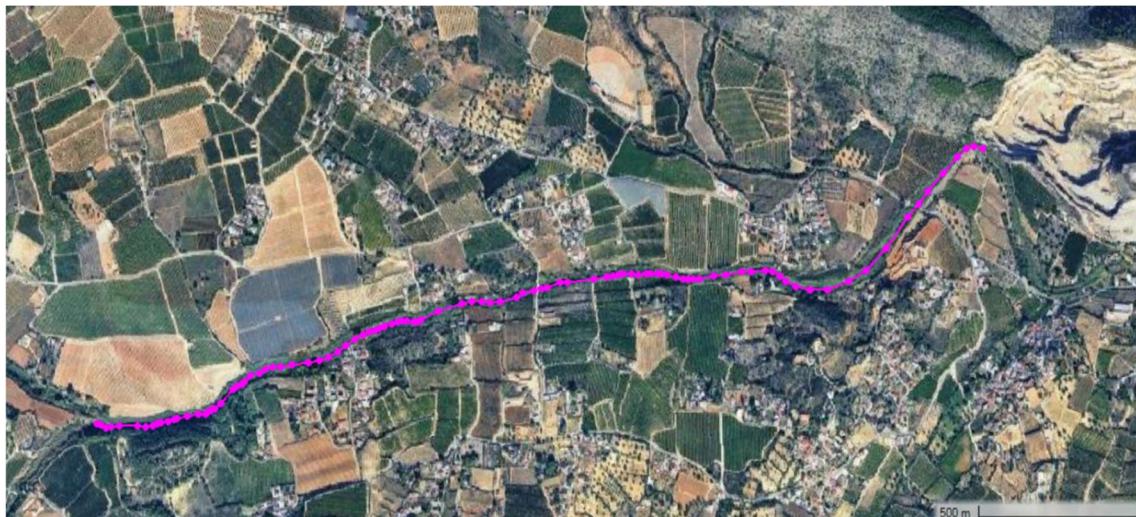


Figura 241. Trazado en planta del eje 8, en color magenta.

Los niveles de agua calculados en este eje se exponen en las figuras adjuntas para cada uno de los tres períodos de retorno analizados.

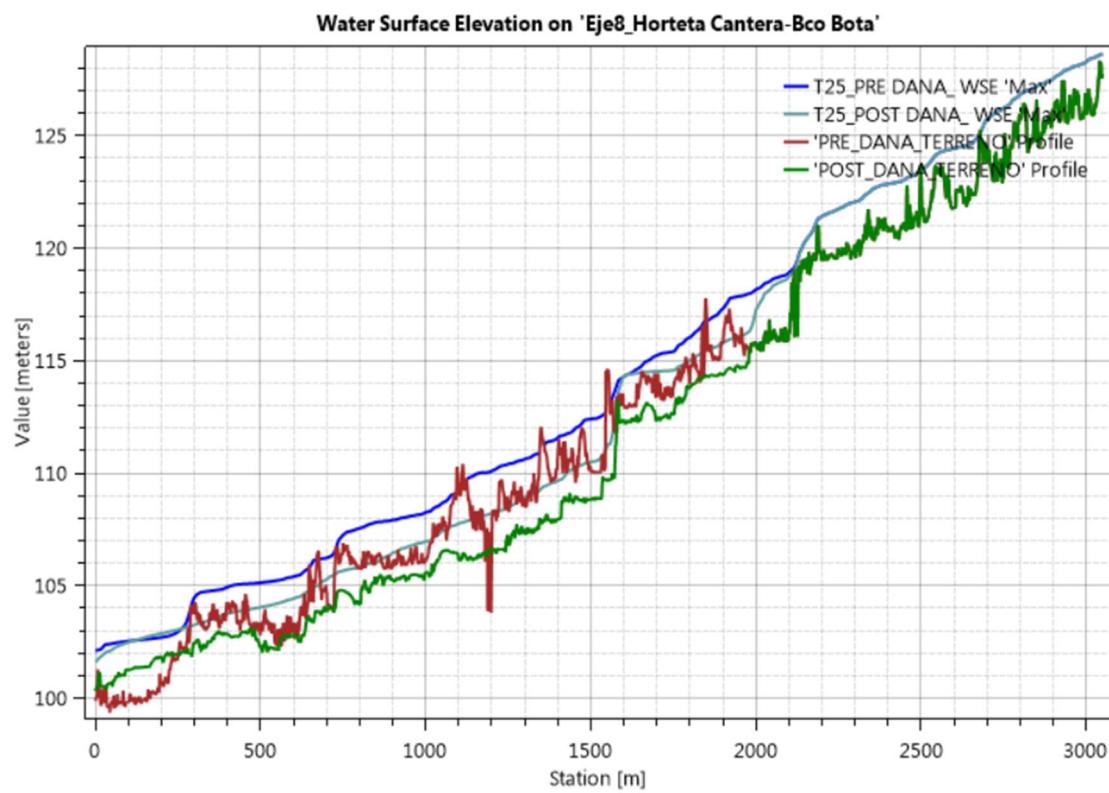


Figura 242. Perfil longitudinal del flujo anterior y posterior a la DANA para $T=25$ años en el eje 8.

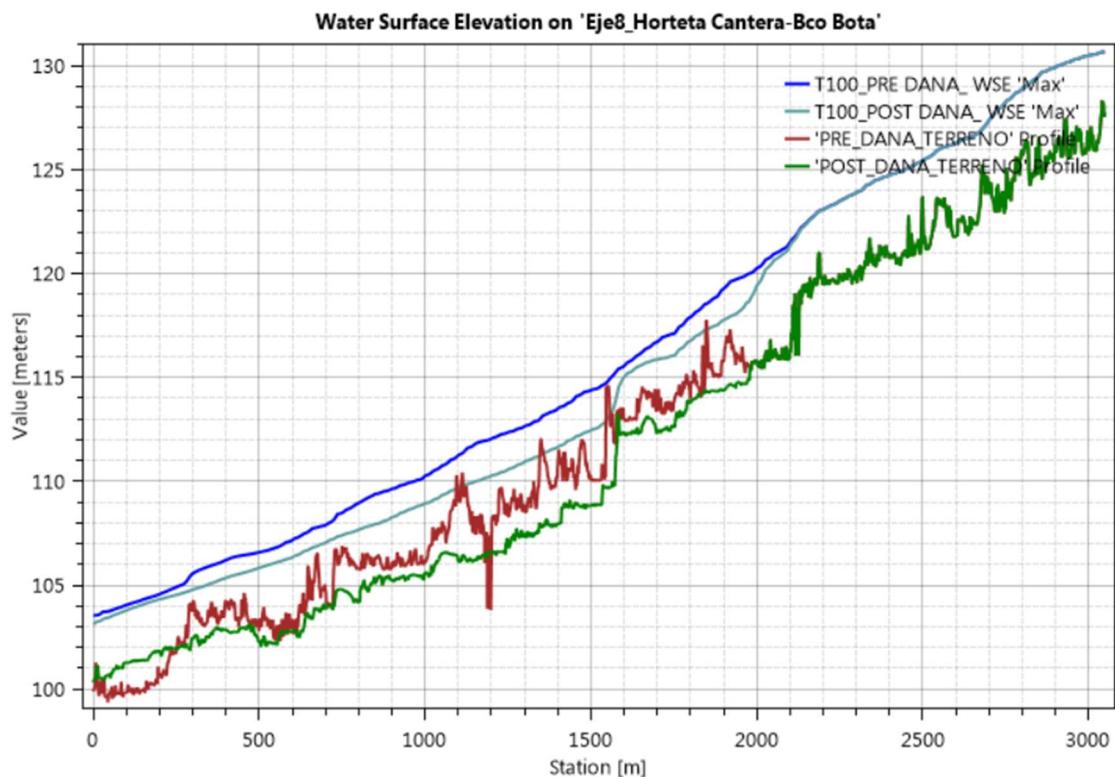


Figura 243. Perfil longitudinal del flujo anterior y posterior a la DANA para $T=100$ años en el eje 8.

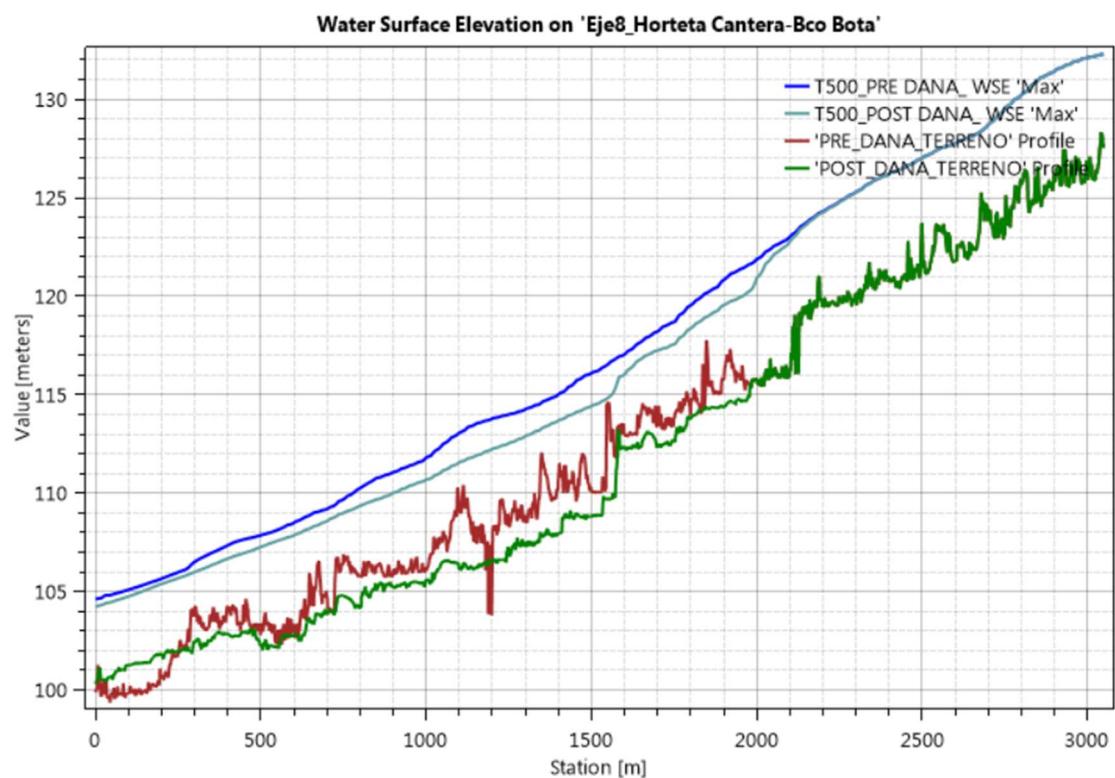


Figura 244. Perfil longitudinal del flujo anterior y posterior a la DANA para $T=500$ años en el eje 8.

En este eje sólo resulta representativo el tramo de aguas abajo, ya que a partir de PK 2+000 se dejó de comparar la cartografía. En dicho recorrido situado a la izquierda de la imagen, pueden apreciarse las siguientes modificaciones en el lecho:

- Depósitos con espesores de hasta 1.5 metros en los últimos 250 metros del tramo, seguramente asociados a la pérdida de velocidad del flujo cuando éste se fue acercando al meandro existente frente a la cantera.
- Erosiones generalizadas en el recorrido que abarca desde los 250 m hasta los 2000 m, con socavaciones que llegan a alcanzar máximos de hasta 4 metros en algún punto, como en el entorno de la Station 1100 m.

Se trata, por tanto, de un tramo en el que las cotas del lecho han descendido de forma generalizada en casi todo su trazado. Si a eso se le suma el efecto de las erosiones en las márgenes y de algún desprendimiento de ladera, esto hace que la inundación esperable en la situación posterior a la DANA genere unos niveles de agua inferiores a los de antes de la inundación de 2024.

En este sentido, las cotas del agua descenden para los tres escenarios analizados, siendo este efecto más visible en el periodo de retorno de 25 años.

8.5.10.- Resumen de los resultados obtenidos

A modo de resumen, los resultados obtenidos se sintetizan en la tabla siguiente.

Eje	Cauce	Observaciones respecto al cauce	Observaciones respecto a la inundación
1	Poyo	Hay un tramo central con depósitos, y dos tramos con gran erosión.	El nivel del agua en situación post DANA queda por debajo del nivel anterior a la DANA.
2	Poyo	En el tramo final de 1.8 km antes de la confluencia se han depositado sedimentos.	La inundación empeora en el tramo bajo para T=25 años, y mejora para T=500 años.
3	Horteta	Importantes depósitos de sedimentos en la zona alta. Combinación de depósitos y erosión en el tramo intermedio, con importante alteración de la pendiente longitudinal.	La inundación empeora en todo el tramo para T=25 años. Para T=100 empeora sólo en la parte alta, y para T=500 años la inundación mejora levemente.
4	Cañada del Pequé	Alteraciones importantes del cauce, alternando erosiones y depósitos en todo el tramo.	Los niveles posteriores a la DANA son más bajos para T=100 y 500 años, salvo en zonas puntuales. Para T=25 años no llega a pasar caudal por este tramo.

Eje	Cauce	Observaciones respecto al cauce	Observaciones respecto a la inundación
5	Horteta	Erosiones y depósitos de forma alterna, que proporcionan un perfil longitudinal del lecho muy irregular.	Mejora de niveles en la zona alta por la destrucción del canal Júcar-Turia; esos niveles volverán a empeorar tras su construcción. El riesgo empeora en la zona baja del tramo para T=25 y 100 años, por los depósitos de la DANA.
6	Partida de la Venteta	Erosión generalizada en casi todo el tramo, excepto en el entorno de la confluencia, en donde hay depósitos de casi 2 metros de espesor.	Los niveles posteriores a la DANA son más bajos para T=100 y 500 años, salvo en zonas puntuales. Para T=25 años no se llega a activar la circulación de agua en este tramo.
7	Horteta	Alternancia de erosiones y depósitos, sin aparentes magnitudes de importancia.	La inundación de la situación posterior a la DANA queda por debajo de la inundación anterior, o queda muy similar. Sólo hay un tramo que empeora, de unos 400 m de recorrido.
8	Horteta	Erosiones importantes en los últimos 2 km del tramo, excepto en los 250 m finales en los que se ha producido sedimentación.	La inundación de la situación posterior a la DANA queda por debajo de la inundación anterior. Esta diferencia es más acusada para el periodo de retorno de 25 años.

Tabla 28. Resumen de los resultados obtenidos en los perfiles longitudinales del flujo y de los cauces.

Según se ha ido comentando en los apartados previos, los resultados obtenidos pueden resultar a priori un tanto sorprendentes, ya que pueden apreciarse multitud de tramos en los que los niveles de agua en la situación posterior a la DANA no empeoran respecto a la situación previa, a pesar de las numerosas irregularidades generadas en los cauces. Entre esas irregularidades cabría destacar los depósitos que pueden obstruir el flujo, y las pozas creadas por la erosión que pueden alterar la circulación de la corriente, al crear tramos a contrapendiente.

Esto podría explicarse porque seguramente estos factores negativos se han visto compensados por la ampliación de los cauces ocasionada por las importantes erosiones en las márgenes y desprendimientos de laderas que han tenido lugar durante la crecida. Como se puede apreciar en los resultados globales obtenidos, la mayor capacidad de los cauces debido a la ampliación de su sección, contrarresta la pérdida de capacidad hidráulica que ha provocado la presencia de depósitos de sedimentos, excavación de pozas en el lecho y la alteración del perfil longitudinal del cauce.

Independiente del análisis expuesto en la tabla anterior, hay que tener en cuenta un factor muy importante. Una vez se vayan desarrollando muchas de las tareas de restitución de laderas y protección de márgenes que está previsto desarrollar, el cauce volverá a estrecharse. Por tanto, es de esperar que esos niveles de agua para la situación posterior a la DANA, aumenten tras realizar las obras de protección en las márgenes.

9.-DAÑOS PERSONALES EN EL MUNICIPIO

Como reflexión final, y tratando el tema con el respeto que merece al no tratarse de una simple cuestión numérica, sería conveniente realizar un análisis más profundo sobre los puntos en los que se produjeron víctimas dentro del municipio.

El objetivo sería identificar lugares más susceptibles de sufrir daños y profundizar en el conocimiento sobre la peligrosidad fluvial dentro del término municipal, lo cual permitiría:

- Informar y concienciar a los residentes de su entorno sobre cómo actuar en caso de precipitaciones extremas.
- Conocer aquéllas zonas del territorio en las que sería prioritario intervenir en caso de querer introducir medidas correctoras, permitiendo establecer un orden en las actuaciones estructurales destinadas a reducir el riesgo frente a futuras inundaciones.

No disponer de esta información, puede dar lugar a contradicciones importantes en el desarrollo de actuaciones, como está sucediendo hoy en día. Como ejemplo, la Confederación Hidrográfica del Júcar actualmente está invirtiendo recursos en áreas en las que no se produjeron daños personales y que están alejadas de los núcleos urbanos, como la cantera de Calicanto, pero un año después de la DANA no ha intervenido en cauces en los que sí se produjeron importantes daños en las viviendas de su entorno, incluso con víctimas mortales. Esta secuencia de actuaciones, a priori, no parece lógica, más aún teniendo en cuenta que hay familias pendientes de poder reconstruir sus propiedades (con unas condiciones de entorno que desconocen) y que los recursos económicos son limitados.

Se considera, por tanto, una carencia importante que no exista información oficial detallada sobre dónde se produjeron las víctimas, más allá de las estadísticas globales por municipio. Como ejemplo equivalente, para priorizar actuaciones de mejora en una carretera, resulta indispensable conocer la existencia de posibles puntos negros a lo largo de su trazado.

Ante esta ausencia de datos oficiales en los que apoyarse, se recurre de forma provisional al conocimiento que dispone el consistorio de Torrent sobre algunas de las víctimas ocasionadas dentro de su ámbito. En la imagen siguiente se muestra el emplazamiento de una parte de los catorce fallecidos en el término municipal, información que ha sido suministrada por el personal del

ayuntamiento. Estos datos resultan sesgados, ya que de los ocho restantes no se conoce su ubicación, o bien ésta no se ha hecho pública aunque sí se tenga constancia por parte de alguna administración, como la judicial.

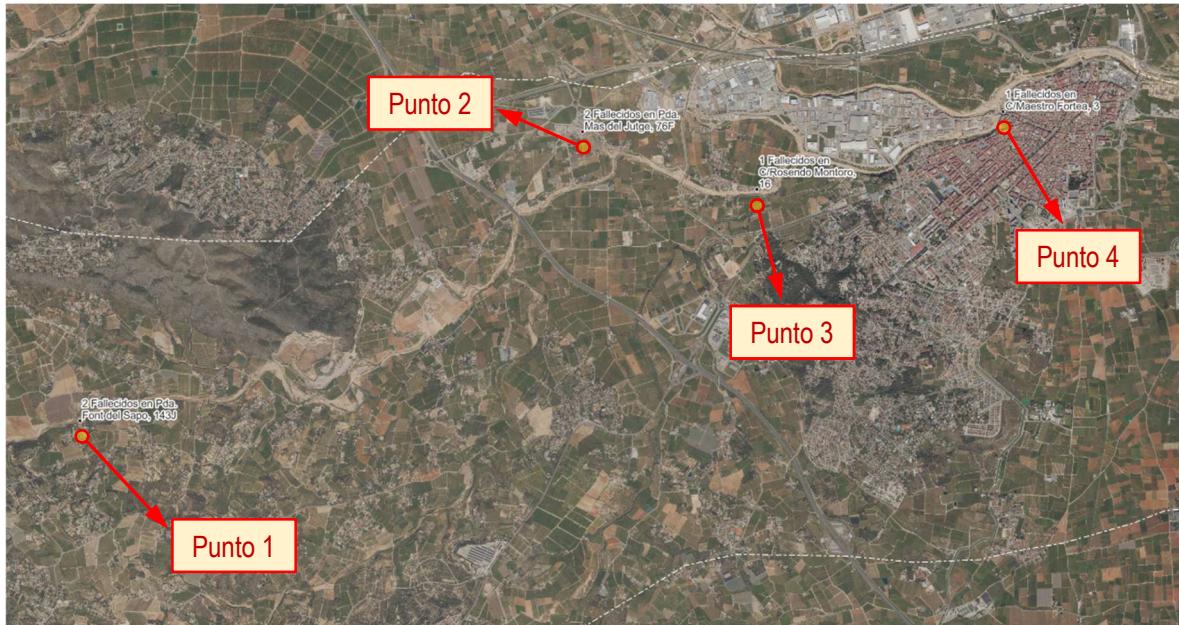


Figura 245. Localización de algunas de las víctimas en el término municipal de Torrent.

De estas cuatro ubicaciones, los puntos 1, 3 y 4 se deben a edificaciones construidas en el interior de la zona de inundación del cauce de Horteta, mientras que la zona 2 se debe a una inundación no directa desde el Barranco de la Soterraña, que apenas suele trasegar caudales en lluvias ordinarias, y sólo se activa ante eventos extremos.

Por tanto, de este análisis básico ya se pueden extraer ciertas conclusiones preliminares. Por una parte, se debería evitar la presencia de viviendas en la primera terraza fluvial de los cauces, y por otra, en Torrent se debe tener un especial cuidado con áreas en las que de forma habitual no circula caudal, pero que pueden activarse ante eventos extremos. Este tipo de fenómenos deberían estudiarse de modo específico, al no tratarse de una tipología de inundación convencional.

9.1.- POSIBLES MEDIDAS ADICIONALES

Una de las mayores carencias evidenciadas durante esta inundación, ha sido la escasa información sobre su avance en el territorio, lo que ha dificultado la gestión de la crecida mientras se iban desarrollando los acontecimientos.

Resulta paradójico que, aunque actualmente se disponga de medios y tecnología para medir precipitaciones y caudales de forma muy precisa, y que dichos datos puedan transmitirse casi en tiempo real, la falta de información fuera uno de los factores que contribuyó a que se produjeran tantas víctimas mortales. Además, para mayor contrariedad, este tipo de instalaciones resultan relativamente baratas.

Por concretar, en el sistema del Barranco del Poyo, cuya extensión de la cuenca es de casi 400 kilómetros cuadrados, se tiene:

- Estaciones meteorológicas; apenas hay una decena de estaciones SAIH (Sistema Automático de Información Hidrológica) y otras tantas de AEMET (Agencia Estatal de Meteorología), dentro o cerca de la cuenca. Todas las estaciones SAIH, pero sólo una parte de las de AEMET, toman y transmiten datos en tiempo real. Sin embargo, esos datos se limitan a la precipitación, sin saber las consecuencias que tienen estas lluvias en cada zona del territorio.
- Estaciones hidrológicas. En toda la cuenca de la Rambla del Poyo, sólo había una estación para la medición de caudal, situada en el cruce del barranco con la autovía A-3, a más de 20 kilómetros aguas arriba de donde se produjeron la mayoría de las víctimas mortales. Una única estación para una extensión de más de 400 km², resulta un sistema de medición muy poco representativo y manifiestamente mejorable.
- Estaciones hidráulicas. En toda la extensión de la cuenca, no existe ninguna estación que permita la medición de velocidades y calados del agua de forma simultánea, ni en tiempo real ni en diferido.

Por eso, como recomendación casi ineludible, cabe indicar que sería interesante desarrollar un sistema local de medición climatológica, hidrológica e hidráulica, que permita registrar las precipitaciones en tiempo real mediante pluviógrafos estratégicamente ubicados, y al mismo tiempo, llevar a cabo una monitorización de caudales en los principales cauces del municipio. Tal y como se ha indicado, actualmente existe tecnología asequible tanto para realizar mediciones precisas de lluvia y caudal, como para comunicarla.

Disponer de datos con cierta antelación, puede ser una herramienta importante para prevenir daños personales. Pero al tratarse de una tipología de barrancos que generan crecidas relámpago y dejan

muy poco margen de maniobra a los ciudadanos, no sólo resulta relevante disponer de información y registrarla, sino también poder transmitirla en tiempo real.

Se es consciente de que gestionar esta información supone gran responsabilidad y una dificultad que puede trascender a los medios de los que dispone una administración local. Un evento extremo puede producirse a cualquier hora del día o la noche, y cualquier día de la semana.

Como reflexión general y sin que suponga una alusión a nadie, se puede estar llegando a la paradoja que, aunque se disponga de medios y tecnología para hacerlo, no se esté interesado en llevarlo a cabo. En cierta medida, los avances tecnológicos deberían ser una ventaja, pero a nivel administrativo o de responsabilidad, pueden acabar convirtiéndose en un problema determinante para quién tenga el cometido de gestionarlo.

En cualquier caso, resulta necesario recomendar que se avance en este sentido de cara al futuro.

10.- CONCLUSIONES

De los estudios llevados a cabo en el presente informe, a continuación se expondrán las principales conclusiones obtenidas, que se dividirán en varios apartados según las diferentes tareas realizadas.

Respecto a los daños identificados:

- En el presente trabajo se ha desarrollado un extenso trabajo de campo para recorrer los cauces principales del Término Municipal de Torrent, y algunos de sus afluentes secundarios. A lo largo de este proceso, se ha ido avanzando un diagnóstico del estado de los mismos tras el paso de la DANA, evaluando de forma orientativa su necesidad de reposición, según el riesgo potencial de daños a bienes o personas.
- En total, se han abarcado unos 26 kilómetros de cauces, aunque el recorrido total ha sido bastante superior, ya que muchos de ellos se han tenido que transitar de forma separada por cada una de sus márgenes, resultando a menudo casi inaccesible el cruce directo de una a la otra.
- Los principales daños identificados han sido:
 - Los fallos en laderas, muchas de las cuales han caído o han quedado erosionadas de forma importante. Esto ha supuesto, en general, que los barrancos hayan buscado por sí mismos la recuperación de su espacio fluvial, y se hayan ensanchado.
 - Los depósitos en el interior del lecho de los cauces, algunos de ellos consecuencia de los sedimentos arrastrados desde aguas arriba de la cuenca, pero en muchos otros casos, procedentes de escombros generados por los daños de la propia riada.
 - En menor medida a los dos anteriores, también se han identificado erosiones localizadas en algunas zonas en las que la velocidad del flujo ha alcanzado valores importantes, poniendo en riesgo en algunos casos la estabilidad de alguna de las márgenes.
- Además, se han identificado otros tipos de daños, como contaminación por aguas negras en los cauces, multitud de viviendas deterioradas o incluso destruidas, naves industriales

afectadas, campos agrícolas arrasados, grietas de tracción en taludes que no se han llegado a caer, creación de pozas e irregularidades en la pendiente longitudinal del cauce, desperfectos o incluso destrucción en zonas urbanas, cegado de obras de drenaje transversal en carreteras y daños en el patrimonio histórico.

- Por otra parte, esta riada del 29 de octubre de 2024 ha evidenciado la evolución geomorfológica de los barrancos en muchos tramos, y la tendencia que éstos podrían presentar en el futuro.

Respecto a la restitución de los daños:

- Para evaluar la restitución se ha realizado un análisis muy generalista, ya que no se puede realizar un estudio de detalle debido al alcance y complejidad de los daños ocasionados. Por tanto, se trata de una mera estimación económica orientativa, pero no de una tentativa de presupuesto que requeriría de un estudio de mayor profundidad, y considerar gran número de unidades de obra.
- En esta estimación, no se han considerado los daños en infraestructuras civiles, como puentes, carreteras, líneas eléctricas, colectores, etc. Esta valoración se ha centrado sólo en la reposición de laderas y cauces.
- La valoración realizada se limita a las márgenes que requieren de una necesidad de intervención importante. No se trata de restituir todos los barrancos para dejarlos en una situación idónea, sino sólo actuar en aquéllos en los que su estado posterior a la DANA pueda resultar peligrosos para bienes o personas. De igual modo, se valora la restitución de diferentes daños en el lecho de los cauces que se consideren de importancia.
- Para la reposición de los daños más graves en urbanización, laderas y cauces, se ha estimado una cantidad global de aproximadamente 98 millones de euros. Esta valoración no incluye daños menores en cauces o áreas urbanizadas, sino sólo aquéllos que presentan urgencia en su reposición; el coste total a medio plazo, por tanto, resultará mayor. Esta valoración tampoco incluiría daños en infraestructuras de transporte, puentes o en edificaciones privadas.

Respecto a los resultados de la modelación hidrológica:

- En el presente trabajo se ha realizado un modelo hidrológico de crecidas para la cuenca de la Rambla del Poyo y del Barranco de L'Horteta, orientado a la estimación de los caudales generados durante el episodio convectivo del 29 de octubre de 2024. El modelo ha hecho uso de registros pluviográficos y foronómicos del evento, e información geomorfológica de la cuenca.
- Mediante el modelo se ha reconstruido el hidrograma de la estación del Poyo, que no pudo registrar la crecida completa, al quedar dañado durante la fase de crecimiento de la avenida.
- De igual modo, se han calculado los hidrogramas que pudieron generarse durante la DANA en los principales cauces del sistema hidrológico objeto de estudio, así como los caudales máximos en cada uno de ellos. Dichos hidrogramas, obtenidos mediante el modelo pseudo distribuido Hec-HMS, han servido como base para la reconstrucción de un modelo hidráulico de dicho evento.

Respecto a los resultados de la modelación hidráulica:

- Para estimar los caudales que tuvieron lugar durante la crecida ocasionada por la DANA, se han contrastado los resultados del modelo hidráulico con los niveles del agua obtenidos en el territorio tras la inundación. El procedimiento seguido se ha basado en utilizar los hidrogramas calculados en la simulación hidrológica, introduciendo en ellos ciertas correcciones para ajustar sus picos a los resultados observados, mediante un proceso iterativo de prueba y error.
- De ese contraste, y una vez ajustados los resultados del modelo, se ha obtenido un caudal agregado en el sistema conjunto del Barranco de la Saleta y la Rambla del Poyo, de unos $10600\text{ m}^3/\text{s}$. En este valor no estaría incluido el caudal del Turia.
- De ese valor anterior, por el norte de Torrent llegó a pasar un caudal máximo de $7689\text{ m}^3/\text{s}$ en el instante más desfavorable de la crecida. Esta magnitud excede la capacidad de la Rambla del Poyo en esa zona norte del casco urbano, a pesar de sus importantes dimensiones, resultando variable el porcentaje de superación en función del tramo que se

analice. Como consecuencia, esto ha supuesto afecciones desiguales dentro del ámbito urbano.

- Respecto a ese caudal total, el caudal pico que experimentó el Barranco de Horteta se elevó hasta 4126 m³/s. Este valor supera con creces la capacidad máxima de este cauce en gran parte del término municipal, en el que se pueden encontrar tramos cuya capacidad apenas alcanza los 1000 m³/s, o incluso otros que quedan por debajo de 300 m³/s. Esto supone que una tormenta que tuviera una magnitud inferior a la del evento del 29-10-2024, provocaría igualmente daños relevantes en el término municipal.
- La laminación de la inundación que se produjo en el Pla de Quart, se estima que redujo en un 15 % el caudal máximo de la avenida del sistema conjunto Saleta-Poyo.
- Las velocidades máximas en el Barranco de Horteta y en la Rambla del Poyo, superaron los 10 m/s en ambos casos, proporcionando al flujo una elevada energía, y por consiguiente, una gran capacidad erosiva.
- Los resultados obtenidos por el modelo hidráulico indican que la respuesta los cauces ha sido extremadamente rápida. Se trataría, por tanto, de una “crecida relámpago” que tan habitualmente se tienen en el entorno Mediterráneo, aunque en este caso su escala espacial ha sido muy importante. Esa rapidez en la evolución de la riada, unido a que en la parte baja de la cuenca no estaba lloviendo, con la consiguiente falta de percepción del riesgo, han sido factores importantes que han contribuido al elevado número de víctimas.
- El modelo permite detectar diversas anomalías hidráulicas sobre las que debería reflexionarse. Como ejemplo, la cuneta de grandes dimensiones que discurre paralela a la CV-410 por su lateral oeste, a modo de drenaje longitudinal de dicha carretera, acaba convirtiéndose en un traspase encubierto desde el Barranco de la Saleta hacia la Rambla del Poyo. Esta conexión entre cuencas se considera que no está justificada, ya este canal restó caudal de una zona en la que apenas hubo víctimas (6), y que tras cruzar Aldaia desborda hacia un área rural sin apenas riesgo, para vertérlo en un punto a partir del cual hubieron más de 120 fallecidos. No parece, por tanto, un criterio lógico de transferencia de caudales. Por otra parte, el mal diseño de la obra hidráulica de conexión de este canal con el Poyo, está

directamente relacionado con la destrucción de la C/Barranc de L'Horteta, debido a la turbulencia generada por el replanteo inadecuado de esta confluencia.

Respecto a la previsión de riesgo de inundación de cara al futuro:

- Aunque resulte un tanto sorprendente, en la mayor parte de los tramos analizados los niveles de agua en la situación posterior a la DANA no empeoran respecto a la situación previa, a pesar de las numerosas afecciones en los cauces; depósitos de sedimentos que pueden obstruir el flujo, pozas creadas por erosiones locales, y la alteración del perfil longitudinal del cauce que ha creado diversos tramos a contrapendiente como consecuencia de la combinación de ambos factores.
- Esos factores negativos se han visto compensados por la ampliación de capacidad de los barrancos, por el aumento de su sección transversal ocasionada por las erosiones en las márgenes y desprendimientos en laderas.
- Cabe tener en cuenta que una vez se desarrollos las obras de restitución y protección de márgenes, el cauce podría volver a estrecharse en algunos tramos. Por tanto, es de esperar que los niveles de agua obtenidos para la situación posterior a la DANA, aumenten tras realizar las obras de protección en laderas, y la inundación empeore respecto a los resultados obtenidos en este trabajo, aunque se estima que dicho empeoramiento no debería resultar excesivo.
- Existen igualmente obstáculos al flujo que no han sido considerados en el estudio, por desconocerse la solución geométrica que se va a adoptar para su restitución. Una vez se ejecuten, seguramente empeorarán los resultados obtenidos en el presente trabajo.
- Como ejemplo del punto anterior, los acueductos destruidos del canal Júcar-Turia sobre los barrancos de Horteta y del Poyo, aún no han sido reconstruidos un año después de la DANA, por lo que no han podido implementarse en el modelo hidráulico al desconocerse su nueva geometría. Antes de la DANA, ambas estructuras reducían significativamente la capacidad de esos barrancos en dichos cruces, ocasionando importantes remansos hacia aguas arriba. El diseño inadecuado del acueducto que cruzaba dicho canal sobre Horteta, provocó que éste generase una importante retención de material, obstrucción que ocasionó su rotura de forma brusca y una ola que produjo la destrucción de varias viviendas en la partida de la

Venteta. Existe, por tanto, una causalidad directa entre el mal diseño del acueducto del canal Júcar-Turia, y los daños ocasionados en muchas de las viviendas. Por tanto, resulta necesario acometer un nuevo diseño para esta infraestructura; si dicho acueducto se reconstruyese con la misma geometría que tenía, se mantendrá un alto nivel de riesgo respecto a su entorno, pudiendo volver a afectar a terceros en el futuro.

- Tras analizar los daños ocasionados dentro del municipio, se recomienda que cerca de los cauces se eviten actividades que supongan el almacenamiento de maquinaria, vehículos, residuos potencialmente contaminantes, etc., haciendo extensiva esta sugerencia a las áreas que hayan sido inundadas durante la DANA.
- Se ha prestado especial interés al análisis de la cantera de Calicanto dentro de la modelación hidráulica, debido a que pudo tener un cierto papel positivo durante la crecida del 29 de octubre de 2025, reduciendo los niveles de inundación. Pero si se profundiza en el análisis de este elemento, se constata que el posible beneficio que pudo suponer la cantera no es tan evidente, por varios motivos:
 - El volumen retenido, de unos 2.7 Hm³, resultó poco relevante respecto al total de la crecida en Horteta. En un análisis preliminar, se considera que la cantera no llegó a embalsar ni el 5% del flujo trasegado por este cauce.
 - Se considera que la crecida destruyó el dique de cierre de la cantera en la fase creciente del hidrograma. Por tanto, el volumen de agua desbordado hacia la cantera no se retuvo en la peor fase de la crecida, sino al inicio de la misma. Bajo esta consideración, la presencia de la cantera apenas produjo reducción en el caudal máximo de Horteta, el que causó los mayores daños.
 - El vertido hacia la cantera, seguramente retrasó la llegada a Torrent del pico de la crecida desde el Barranco de L'Horteta, ocasionando un mayor solape con el caudal máximo procedente del Poyo, lo que minoró el beneficio que supuso la retención de volumen de agua embalsada.
- En cualquier caso, de los resultados obtenidos, y de análisis adicionales realizados al respecto, se considera interesante integrar la cantera como futuro elemento laminador en el

sistema Horteta-Poyo. Esta intervención no requiere de urgencia y ofrece múltiples opciones que deberían ser exploradas, por lo que se recomienda que sea objeto de un estudio adicional de mayor detalle antes de realizar ninguna inversión directa en la misma, ya que hay otras zonas con mayor necesidad de restitución de daños tras la DANA. En este sentido, la cantera podría aportar beneficios frente a inundaciones de periodos de retorno altos (con probabilidad de ocurrencia muy remota), pero ante crecidas con periodos de retornos medios y bajos, su papel resultaría casi irrelevante. Madurar un buen estudio de alternativas para esta cantera, revertirá en su aprovechamiento para la sociedad a largo plazo, y facilitará su gobernanza.

- Muchos de los puentes se están reconstruyendo tal y como estaban antes de la DANA, lo que no parece recomendable en diferentes casos. Por ejemplo, el puente de Quatre Camins, situado al inicio del polígono Mas del Jutge, genera una importante obstrucción al flujo del Barranco de Horteta, aguas arriba de su confluencia con el Poyo. En este caso, y en la medida de lo posible, desde el punto de vista hidráulico sería recomendable eliminar la fábrica relojes situada en su margen izquierda (que ciega uno de los vanos del puente), y en caso de construir un nuevo puente, levantar el tablero hasta donde se pueda, según las limitaciones urbanísticas de su entorno, y reducir tanto el número de pilas, como su grosor.
- Se recomienda desarrollar un sistema local de medición climatológica, hidrológica e hidráulica, que permita registrar las precipitaciones en tiempo real mediante pluviógrafos estratégicamente ubicados, y al mismo tiempo, llevar a cabo una monitorización de caudales en los principales cauces del municipio. Disponer de esta información con cierta antelación puede ser una herramienta importante en zonas de riesgo para prevenir daños personales. Sin embargo, la gestión de estos datos puede resultar delicada y suponer una gran responsabilidad.
- Casi un año después de la DANA no resulta posible obtener datos precisos sobre la ubicación en la que se produjeron víctimas mortales. Con el debido respeto que requiere esta observación, esta información se considera relevante desde el punto de vista técnico para priorizar actuaciones destinadas a la corrección de riesgos en aquellos tramos de cauce que más lo puedan necesitar. Como consecuencia, actualmente se están gastando recursos en zonas que no requieren urgencia, como la cantera de Calicanto por parte de la Confederación Hidrográfica del Júcar, pero no se está haciendo en áreas en las que se han producido víctimas mortales y en las que aún no se ha intervenido, como en la partida de la Venteta,

junto al Barranco de Soterraña. Esto supone una priorización ineficiente de los recursos destinados a la reconstrucción.

- De los diferentes trabajos desarrollados, y vistos los caudales obtenidos mediante el modelo hidráulico para el evento del 29-10-2025, se considera necesario impulsar las medidas estructurales necesarias para reducir los caudales trasegados.
- Se insta a la administración competente a emprender actuaciones destinadas a minimizar los daños que puedan ocasionar futuras crecidas, y que permitan reducir la peligrosidad por inundación fluvial sobre viviendas, infraestructuras y personas.
- Para poder concretar la tipología de esas posibles obras y evaluar su eficiencia, las actuaciones que se propongan deberían surgir de un estudio global, ya que como se ha evidenciado a lo largo del presente estudio, existe una interconexión de los flujos desbordados desde los diferentes cauces.

En Valencia a 17 de octubre de 2025.

Francisco Javier Torrijo Echarri

José Sergio Palencia Jiménez

Eduardo Albentosa Hernández

Miguel Angel Eguibar Galán



**INFORME DE EVALUACIÓN DE LOS DAÑOS PROVOCADOS POR LA DANA DE
OCTUBRE DE 2024 EN LOS BARRANCOS DEL POYO, L'HORTETA Y LA
CAÑADA DE PEQUÉ, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE TORRENT (VALENCIA)**



ANEJOS